

J. D. BERNAL

Știința
in
istoria
societății

DIN PARTEA AUTORULUI

Această carte n-ar fi putut fi scrisă fără ajutorul multora dintre prietenii și colegii mei din corpul didactic al Colegiului Birkbeck, cu care m-am consultat și care mi-au indicat unele surse de informație.

Țin să mulțumesc îndeosebi domnilor dr. E. H. S. Burhop, Emile Burns, prof. V. G. Childe, Maurice Cornforth, Cedric Dover, R. Palme Dutt, dr. W. Ehrenberg, prof. B. Farrington, J. L. Fyfe, Christopher Hill, dr. S. Lilley, J. R. Morris, dr. J. Needham, dr. D. R. Newth, dr. M. Ruhemann, prof. G. Thomson și Dona Torr. Ei au văzut diferitele capitole ale cărții în primele faze de lucru și au făcut observații asupra lor, iar eu m-am străduit să le refac potrivit sugestiilor lor. Nici unul dintre ei n-a văzut însă lucrarea în forma ei definitivă și deci nu poartă nici un fel de răspundere pentru tezele și părerile exprimate.

Țin să mulțumesc de asemenea secretarei mele, d-ra A. Rimel, și asistentelor sale, d-na J. Fergusson și d-ra R. Clayton, pentru ajutorul pe care l-au dat la pregătirea tehnică a lucrării — sarcină destul de grea, întrucât cartea a fost transcrisă aproape în întregime de șase ori — și la alcătuirea indicilor de materii și de nume, d-rei M. G. Black pentru întocmirea unor hărți și d-lui S. Ward pentru ajutorul și sugestiile date la reproducerea numeroaselor ilustrații.

Exprim de asemenea mulțumiri bibliotecarilor și personalului Societății Regale, Colegiului regal al fizicienilor, Universității din Londra, Colegiului Birkbeck, Școlii pentru studii orientale și africane, precum și directorului și personalului Muzeului de Științe din Londra.

În sfârșit, țin să-mi exprim recunoștința față de asistentul meu, d-l Francis Aprahamian, neobosit în căutarea și stringerea de cărți, citate și alt material necesar pentru această lucrare, ca și în revizuirea manuscrisului și efectuarea corecturilor. Fără ajutorul său nu aș fi reușit niciodată să scriu o carte de proporțiile acestora

Am evitat să dau note în subsolul paginilor. **Notă**
Notele sînt adunate la sfîrșitul cărții, unde este specificat și numărul paginii la care pot fi găsite ele.

Numerele de trimitere din text se referă la bibliografie, care se află tot la sfîrșitul lucrării. Bibliografia are opt părți: părțile I—VII corespund celor șapte părți ale cărții; partea a VIII-a conține lucrările și referirile noi adăugate în ediția de față. Părțile I—VI ale bibliografiei sînt împărțite în secțiuni, iar în cuprinsul acestora lucrările și articolele sînt date în ordine alfabetică, pe autori.

Partea I a bibliografiei este împărțită în trei secțiuni. Prima secțiune conține cărți referitoare la întregul cuprins al acestei lucrări, inclusiv istoria generală a științei. Secțiunea a doua se referă la istoria științelor particulare, precum și la cărți referitoare la partea I. Secțiunea a treia este formată din lista periodicelor la care s-au făcut trimiteri în întreaga lucrare.

Părțile II—V din bibliografie sînt împărțite în cîte două secțiuni. În fiecare dintre ele, prima secțiune conține cele mai importante lucrări referitoare la partea respectivă, iar a doua restul lucrărilor.

În partea a VI-a a bibliografiei, secțiunea întâi cuprinde cărți referitoare la introducere și la cap. 10: științele fizice; secțiunea a doua se referă la cap. 11: științele biologice; iar secțiunea a treia la cap. 12 și 13: științele sociale.

Părțile VII—VIII ale bibliografiei nu au subîmpărțiri.

Sistemul de referință este următorul: primul număr indică partea respectivă din bibliografie; al doilea, poziția lucrării în această parte; iar al treilea, cînd este dat, specifică pagina din lucrarea la care se face referire. Astfel 2.3.56 înseamnă pagina 56 din lucrarea înscrisă la poziția 3 din bibliografia părții a II-a, adică Farrington B., „Science in Antiquity”, Londra, 1936.

Trebuie să menționăm că fiecare lucrare apare numai o singură dată în bibliografie, în partea unde este citată cel mai des. Astfel, se poate întîmpla ca în partea a II-a a lucrării să găsim o trimitere la o lucrare indicată în partea a V-a a bibliografiei.

PREFATĂ

În 1948 am fost invitat să țin un ciclu de prelegeri în memoria lui Charles Beard¹ la Colegiul Ruskin din Oxford. Subiectul pe care mi l-am ales a fost : „Știința în istoria societății“. Deoarece tema mă preocupa de mulți ani, nu vedeam nici o greutate în a o prezenta în mod accesibil unui auditoriu cu anumite cunoștințe, dar nu de specialitate. Abia când am început să țin prelegerile și mai ales când mi-am propus să le prezint sub forma unei cărți, mi-am dat seama că am atacat un subiect care cere să fie studiat și gândit mult mai profund decît o făcusem pînă atunci. Totuși, tema era prea atrăgătoare pentru a o părăsi și am hotărît să perseverez. Rezultatul acestei hotărîri este lucrarea de față, pe care intenționez s-o pregătesc în trei săptămîni, dar care mi-a luat un număr dublu de ani. Abia acum încep să înțeleg ce anume probleme se pun cu privire la locul ocupat de știință în istoria societății.

Înainte oamenii de știință puteau să nu țină seama de nimic în afară de opera înaintașilor imediați și puteau chiar să respingă tradițiile trecutului, considerînd că acestea mai curînd ar împiedica progresul decît l-ar ajuta. Astăzi însă frământările vremurilor împreună cu legătura indisolubilă dintre ele și progresul științei au concentrat atenția asupra aspectului istoric al acesteia. Pentru a găsi mijlocul de a învinge greutățile pe care le întîmpinăm și de a folosi noile posibilități oferite de știință în vederea creșterii bunăstării popoarelor și nu în vederea distrugerii, este necesar să anali-

¹ Charles Beard (1874—1948) — cunoscut istoric american. —
Nota red.

zăm într-un mod nou împrejurările în care s-a creat situația actuală.

În ultimii 30 de ani, datorită mai ales influenței gândirii marxiste, s-a dezvoltat concepția că nu numai mijloacele folosite de cercetătorii naturii, ci înseși ideile lor călăuzitoare în abordarea teoretică a problemelor sînt condiționate de evenimentele sociale și de presiunea societății. Această concepție a fost combătută cu vehemență și susținută cu aceeași energie; dar în cursul acestei controverse, concepția mai veche, aceea a înrîuririi nemijlocite pe care știința o exercită asupra societății, a trecut pe planul al doilea. Intenția mea a fost să subliniez încă o dată în ce măsură progresul științelor naturii a contribuit la dezvoltarea societății însăși; aceasta nu numai în ce privește transformările pe plan economic care au loc în urma aplicării practice a descoperirilor științifice, ci și în ce privește schimbarea sistemului de gândire în general sub influența noilor teorii științifice.

Am constatat însă, după scurt timp, că pentru aceasta nu era de ajuns să întocmesc un catalog al invențiilor și al ipotezelor și să arăt apoi, prin exemple, în ce mod au determinat ele dezvoltarea economică și politică a societății. Acest lucru s-a făcut cu prisosință pînă acum. Dacă voiam să dau ceva nou și valabil era necesar să procedez la o completă reconsiderare a relațiilor dintre știință și societate. Aș prezenta problema la fel de unilateral dacă aș sublinia numai înrîurirea științei asupra societății sau numai aceea a societății asupra științei.

De asemenea studiul nu se poate mărgini la epoca recentă. Poate că aceasta ar fi de ajuns dacă n-aș vrea să arăt decît efectele pe care le-au produs în viața socială transformările de ordin material provocate de revoluția industrială și de ritmul accelerat de viață care i-a urmat. Dar, dacă pe lîngă aceasta mai trebuie descoperit și modul în care progresul științei a transformat întreaga structură a gândirii omenești, devine necesar să privești în urmă spre marile controverse ale Renașterii referitoare la natura cerurilor și apoi mai departe, spre antichitate, deoarece fără teoriile anticilor controversele Renașterii n-ar putea fi înțelese.

Așadar nu rămîne altceva decît să încerc a urmări istoria societății omenești chiar de la începuturile ei. Aceasta înseamnă un studiu paralel al întregii istorii sociale și economice în legătură cu istoria științei, o sarcină care depășește cu mult puterile oricărui om, chiar dacă și-ar consacra toată viața studiilor istorice. Pentru un om de știință legat de practică, neobișnuit cu tehnica cercetărilor istorice, încercarea de a face o analiză temeinică pe un plan vast și de a prezenta istoria societății sub acest aspect ar însemna o mare îndrăzneală. Totuși, o

primă încercare de a schița problema ar fi justificată, chiar dacă n-ar face mai mult decât să stimuleze — fie și numai prin omisiunile și prin erorile ei — pe alții cu mai multe posibilități să dea o prezentare mai competentă. Afară de aceasta, poziția omului de știință activ, care a trăit destul de multă vreme pentru a fi putut urmări îndeaproape și chiar participa la mișcarea științifică în perioade critice atât pentru știință, cât și pentru societate, oferă anumite avantaje. Eu m-am bucurat de deosebitul noroc de a fi dobândit experiență în desfășurarea și în organizarea muncii științifice, de a fi văzut că în epoca noastră este absolut necesară existența și folosirea științei în scopuri practice atât în timp de pace, cât și în timp de război.

În lumina acestei experiențe am încercat să apreciez condițiile și climatul predominant în alte vremuri, înăuntrul și în afara științei. Pînă în prezent n-a mai existat vreo încercare de a prezenta toate acestea în ordine cronologică într-un tablou unitar. În veacul nostru, știința a luat un avînt atât de mare și rezultatele ei au fost folosite în scopuri practice cu atîta promptitudine și cu efecte atât de importante — dacă n-ar fi să mă refer decît la penicilină și la bomba atomică —, încît considerațiile privitoare la dezvoltarea științei în secolul al XX-lea ocupă aproape jumătate din volumul lucrării. În tratarea acestei perioade omul de știință contemporan se găsește într-o poziție tot atât de bună ca și istoricul și oricare cititor îl poate critica în baza propriei sale experiențe.

În întreaga lucrare, noțiunea de știință este folosită în sensul cel mai larg și nu încerc nicăieri s-o fixez într-o definiție. De altfel, de-a lungul istoriei omenirii, natura științei s-a schimbat atât de mult, încît nu i s-ar putea da o definiție satisfăcătoare. Deși am urmărit să cuprind în această carte tot ceea ce se cheamă știință, preocuparea centrală o formează științele naturii și științele tehnice, deoarece, din motive pe care le voi arăta, la început științele despre societate erau întruchipate în tradiții și ritualuri, formîndu-se sub influența și după modelul științelor naturii. Tema care atrage permanent atenția mea este interacțiunea complexă dintre tehnică, știință și filozofie. Știința are rol de intermediar între practica statornicită și transmisă din generație în generație a oamenilor care muncesc pentru a-și agonisi traiul și sistemul de concepții și tradiții care asigură continuitatea societății, precum și drepturile și privilegiile claselor care o compun.

Dintr-un punct de vedere știința este tehnică sistematizată, dintr-un altul este mitologie raționalizată. Deoarece la începuturile ei știința n-a constituit decît un aspect abia perceptibil al secretelor meșteșugarului și al preceptelor preoților — două surse care au rămas separate în istoria scrisă — a trebuit să

trecă multă vreme pentru ca ea să-și statornicească o existență independentă în societate. Chiar atunci când și-a găsit adepții ei proprii în medicină, astrologie și alchimie, aceștia au format timp îndelungat doar mici grupuri parazitare, pripășite pe lângă prinți, clerici și negustori bogați. Abia în ultimele trei secole știința a devenit o profesiune temeinic statornicită, cu drepturi recunoscute, care necesită o pregătire specială, avînd o literatură proprie și un sistem propriu de organizare. Acum, în zilele noastre, constatăm un început de reîntoarcere la o situație din trecut, pe o treaptă superioară : știința pătrunde în toate formele de activitate practică și de gîndire, unind iarăși eforturile omului de știință, ale muncitorului și ale administratorului.

Evoluția științei n-a fost de loc uniformă în timp și în spațiu. Perioadele de progres rapid au alternat cu perioadele mai lungi de stagnare și chiar de regres. De-a lungul veacurilor, centrele activității științifice s-au mutat mereu, mai curînd urmînd decît dirijînd deplasarea centrelor comerciale și industriale. Babilonul, Egiptul și India au fost focare ale științei din antichitate. Grecia le-a moștenit pe toate, și aici, după cum știm, a fost elaborată pentru prima oară baza rațională a științei. Dar această mișcare ascendentă a gîndirii omenеști a încetat încă înainte de decăderea definitivă a orașelor-state clasice. La Roma, știința a ocupat un loc neînsemnat, iar în regatele barbare din Apusul Europei a fost inexistentă. Moștenirea lăsată de greci a revenit Orientului, de unde provenea. În Siria, Persia, India, și chiar în îndepărtata Chină, știința a cunoscut un suflu nou, concentrîndu-se apoi într-o strălucită sinteză în țările islamului. De aici știința și tehnica au pătruns în Europa medievală. Acolo au trecut printr-o fază de dezvoltare care, deși lentă la început, a dus ulterior la uriașa dezlănțuire a activității creatoare din care s-a născut știința modernă.

O tradiție neîntreruptă și vie ne leagă de știința revoluționară a Renașterii, deși în evoluția științei putem deosebi de atunci patru mari perioade de progres. Prima, cu centrul în Italia, a deschis noi drumuri mecanicii, anatomiei și astronomiei, cu Leonardo da Vinci, Vesalius și Copernic, subminînd autoritatea principalelor doctrine ale anticilor referitoare la om și la lume. A doua, cînd centrele activității științifice s-au deplasat în Țările de Jos, Franța și Anglia, începînd cu Bacon, Galilei și Descartes și sfîrșind cu Newton, a făurit o nouă concepție matematică-mecanică asupra lumii. După o pauză în dezvoltarea științei începe a treia perioadă, cu centrul în special în Anglia industrială și în Parisul revoluționar, perioadă care a deschis științei cîmp larg de cercetare, ca, de exemplu, în domeniul electricității, pe care grecii nu-l abordaseră. Din acest moment, știința a putut să contribuie în mod hotărîtor, prin energie electrică, mașini și produse chimice, la transfor-

marea producției și a transporturilor. A patra perioadă și cea mai importantă dintre toate atât prin întindere, cât și prin efecte, dacă nu și prin realizările intelectuale intrinseci, este revoluția științifică din epoca noastră. Asistăm la începuturile unei științe mondiale, care transformă ramurile industriale vechi și creează altele noi, pătrunzând în toate aspectele vieții omenești. Tot acum, în cursul acestei perioade de tranziție, știința este implicată direct în drama violentă și zguduitoare a războaielor și a revoluțiilor sociale.

Astăzi apare evident că fiecare dintre aceste mari perioade ale dezvoltării științei corespunde câte unei perioade de transformări sociale sau economice. Știința Greciei antice oglindește ascensiunea și declinul societății sclavagiste din epoca fierului, dominată de bani. Perioada îndelungată de întrerupere a progresului științei în evul mediu a marcat dezvoltarea și instabilitatea economiei naturale a epocii feudale, care a folosit într-o mică măsură știința. Știința n-a putut progresa decât atunci când burghezia în ascensiune a sfărâmat cătușele orînduirii feudale. Capitalismul și știința modernă s-au născut în cursul aceleiași epoci. Fazele din evoluția științei moderne marchează crizele succesive ale economiei capitaliste. Primele două corespund cu primele bătălii și cu primele succese în statornicirea capitalismului ca sistem economic dominant în Olanda și în Anglia. A treia a dus la marea industrie mecanizată și părea că lasă să se întrevadă triumful unui capitalism progresist aliat cu știința. Cu timpul, în ultimul său stadiu, capitalismul, care și-a trăit traiul, a ajuns un sistem depășit, iar noua formă de organizare a societății — socialismul — luptă să-i ia locul și să folosească, după concepția sa proprie, forțele acum verificate ale științei.

A scrie însă numai despre aceasta nu înseamnă decât a aborda problema. Această concordanță aproximativă între dezvoltarea societății și cea a științei ne apropie de problema fundamentală: cum anume este influențată în mod concret știința de transformările sociale? Ce elemente deosebit de noi și progresiste a dat știința în Atena antică, în Florența Renașterii, în Birminghamul și Glasgowul secolului al XVIII-lea și, invers, în ce mod anume realizările oamenilor de știință din acele vremuri și locuri au influențat dezvoltarea industriei, comerțului, politicii și religiei din epoca lor? În ce măsură efectele produse au avut un caracter permanent și în ce măsură au fost doar fenomene trecătoare? Acestea sînt probleme pe care le-am analizat și la care am încercat să dau un răspuns.

În această analiză am căutat să țin seama de cât mai mulți dintre factorii care au acționat. Am încercat să sta-

bilesc și să înfățișez posibilitățile tehnice și limitele fiecărei perioade, precum și măsura în care impulsul economic a grăbit și a consolidat progresele realizate de știință. Dar aceste progrese nu sînt realizate de forțe impersonale, ci de oameni vii. Trebuiau luate în considerare viața și condițiile lor de trai, aspirațiile și legăturile lor cu mișcările politice ale vremii. Trebuia apreciat, după lucrările și scrierile lor, în ce măsură concepțiile căpătate prin tradiție sau cele dobîndite din controversele aprinse ale epocii lor i-au stimulat spre progres sau i-au ținut în loc.

În fiecare moment de cotitură al istoriei, acest conflict între forțele care tind spre dezvoltarea științei și cele care caută să-i împiedice evoluția se intensifică. Putem observa cum forțele pozitive, progresiste răzbat pretutindeni la începutul fiecărei perioade cruciale și cum forțele retrograde ale rutinei și obscurantismului își apără existența înaintea pieirii lor. Dar în fiecare caz în parte, împrejurările sînt diferite și cer o analiză specială.

Ar fi absurd dacă ne-am aștepta să găsim explicații simple cu privire la fazele critice ale dezvoltării științei. Cu toate acestea, simpla stabilire a legăturilor existente între factorii sociali, tehnici și științifici ar putea fi suficientă pentru a stimula studii mai temeinice și o înțelegere mai profundă, chiar dacă nu cu totul clară, a problemei. Îmi dau seama din proprie experiență că aceste incursiuni în trecut m-au ajutat să înțeleg situația actuală și să-mi formeze anumite idei despre calea pe care se va dezvolta știința în viitor. Într-adevăr, în știință, poate mai mult decît în orice alt domeniu de activitate omenească, progresul este posibil, și a fost într-adevăr realizat în mare măsură fără vreo cunoaștere a istoriei; dar această cunoaștere nu poate să nu influențeze viitoarea orientare a dezvoltării științei, iar dacă învățămintele trecutului sînt însușite cu luare-aminte, progresul va fi mai rapid și mai sigur.

Cartea de față reprezintă o primă încercare de a sistematiza cîteva dintre aceste învățămintele ale trecutului. Ea nu este și nici nu pretinde să fie propriu-zis o istorie a științei, cu toate că trebuie să expună o mare parte din această istorie și să se refere la o parte și mai mare. Scopul lucrării este să pună în lumină influența științei asupra altor aspecte ale istoriei, indiferent dacă această influență este directă sau indirectă, dacă se manifestă prin efectele ei în domeniul economiei sau prin înrîurirea exercitată asupra ideilor claselor conducătoare ale vremii sau ale claselor care luptă să le ia locul. Dar, așa cum se va vedea, aceste influențe sînt rareori precis conturate și de obicei nu sînt unilaterale. Destul de des ideile despre care oamenii de stat

și clericii cred că le-au fost inspirate de cele mai recente concepții științifice nu sînt, de fapt, decît ideile clasei și epocii lor, reflectate în mințile oamenilor de știință subordonați aceluiași influențe sociale. Desigur, o mare parte din înrîurirea exercitată de Newton și Darwin în Anglia a avut acest caracter, ceea ce n-a împiedicat ca ideile lor să aibă o acțiune revoluționară în altă parte, în condiții sociale diferite.

Cu cît am urmărit mai adînc în istorie interacțiunea dintre știință și societate, cu atît mai strînsă mi-a apărut legătura dintre ele. Am început să-mi dau seama de amploarea și de complexitatea sarcinii pe care mi-am asumat-o și să înțeleg că este absolut imposibil să înfățișez un tablou care să fie pe deplin convingător și totodată clar. Dacă nu dau destul material, pot fi învinuit că impun soluții elaborate de mine; iar dacă dau prea mult, cititorul va pierde firul conducător din pricina mulțimii amănunțelor. Am căutat să găsesc cel mai rezonabil compromis, dar recunosc că ceea ce am izbutit să realizez conține mai puțină documentare și o mai slabă argumentare decît lucrarea așa cum am dorit-o inițial. Cartea își va atinge țelul în măsura în care cititorul va putea urmări desfășurarea procesului istoric pe care îl descriu.

Nu vreau ca cititorul să primească de-a gata vreuna dintre concluziile la care am ajuns eu, ci să privească istoria într-un fel nou, să facă propriile sale descoperiri și să elaboreze idei proprii.

Timpul și volumul lucrării mi-au impus severe îngrădiri. Trebuia să scriu o carte, nu o enciclopedie, și s-o termin într-un anumit număr de ani. La aceasta trebuie adăugat că niciodată n-am putut să scriu mai multă vreme neîntrerupt, ci am fost silit să lucrez cu multe intermitențe, în scurte intervale de timp, ceea ce a făcut ca lucrarea să aibă anumite lipsuri de care nimeni nu-și poate da seama mai bine decît mine. Știu că partea istorică este plină de omisiuni și erori de amănunt, care puteau fi îndreptate dacă aș fi avut timp și pregătire pentru a le descoperi și analiza. Nădăjduiesc că cititorii atenți le vor semna, dar nu vor respinge întreaga lucrare numai pentru că în unele domenii ale specialității lor îmi vor găsi lipsuri. Nădăjduiesc că erorile privind fapte stabilite, ca și cele provenite din omisiuni în documente nu afectează valoarea tezelor pe care le susțin. Nici un om de știință nu poate fi și, de fapt, nici nu poate dori să fie asigurat împotriva schimbării aprecierilor sale în decursul timpului. Tot ceea ce poate nădăjdui el, întocmai ca mine, este să stabilească legături destul de valabile și de semnificative între fapte care, chiar dacă mai târziu vor fi infirmate, pot

servi ca bază pentru stabilirea unor noi fapte și noi legături. Planul acestei lucrări a fost întocmit inițial după acela al prelegerilor din care provine. Fiecare prelegere a constituit la început un capitol, transformându-se apoi într-o parte alcătuită din mai multe capitole. Capitolul introductiv (partea I, cap. 1) conține expunerea problemelor de bază, precum și considerente generale cu privire la natura și metoda științei și la locul ei în societate. Deoarece această parte are un caracter întrucîtva abstract, recomandăm celor ce nu sînt specialiști s-o citească numai după ce au parcurs părțile istorice și descriptive. Părțile II—V, reprezentînd prima jumătate a cărții, cuprind întreaga evoluție istorică a societății omenеști de la începuturile ei pînă în preajma secolului al XX-lea. Partea a II-a, cap. 2, 3 și 4, tratează despre apariția științei de la activitățile tehnice și practicile sociale care au pregătit-o pînă la conturarea ei deplină în Grecia antică. În partea a III-a, cap. 5 și 6 se ocupă de renașterea și dezvoltarea lentă a științei și tehnicii, sub influența islamismului și a creștinismului, pînă la sfîrșitul evului mediu.

Partea a IV-a, care cuprinde numai cap. 7, se ocupă de nașterea științei moderne în marea epocă revoluționară a Renașterii. Această parte se încheie cu secolul al XVII-lea, cu o știință reînnoită, strîns legată de un capitalism tînăr și în plină afirmare. Partea a V-a, cap. 8 și 9, reprezintă în primul rînd o expunere a procesului de răspîndire a științei consolidate și a rolului jucat de ea în transformarea industriei, în epoca de dominație a capitalismului, pînă la iluzoria „epocă de aur” de la sfîrșitul secolului al XIX-lea.

Partea a VI-a este aproape în întregime consacrată secolului al XX-lea, ocupîndu-se pe larg de știința și de politica contemporană. Ea este împărțită nu pe perioade de timp, ci pe teme. Capitolul 10 se ocupă de științele fizice, de dezvoltarea industriei electrotehnice și chimice și de realizarea culminantă a științei, care poate fi folosită spre răul sau spre binele omenirii : bomba cu hidrogen. Capitolul 11 analizează științele biologice și influența lor asupra agriculturii, medicinei și artei militare. În cap. 12 și 13 este abordat domeniul controversat al științelor sociale, care, din nevoia de continuitate, a trebuit să fie urmărit și în trecut, dincolo de hotarele secolului nostru. În toate capitolele istorice, 2-13, am căutat să prezint mai întîi un tablou al dezvoltării sociale și științifice din fiecare perioadă anterioară și după aceea să arăt relațiile dintre ele. În ultima parte, a VII-a, cap. 14, încerc să rezum și să trag concluzii cu privire la viitor pe baza întregii dezvoltări istorice a științei.

După cum se vede, domeniul este vast, dar așa și trebuie să fie pentru a putea obține rezultatele urmărite. O expunere

mai sumară n-ar fi reușit să prezinte un tablou complet, deoarece ar fi rămas nelămurit punctul de vedere asupra unor probleme omise. N-ar fi fost bine nici dacă aş fi renunțat la capitolele privind izvoarele îndepărtate și incerte, deoarece, după cum sper să arăt, o mare parte din ceea ce apare neclar și greu de înțeles în știința zilelor noastre și în ansamblul condițiilor sociale depinde de concepțiile și de instituțiile care s-au transmis din acele vremuri.

Cred că nu este necesar să scriu mai mult în prefață. Cartea însăși va arăta dacă am reușit să fac ceea ce mi-am propus și în ce măsură a meritat s-o scriu.

J. D. B.

Londra,

aprilie 1954

PREFATĂ LA EDIȚIA A DOUA

O a doua ediție a unei lucrări care are în primul rînd un caracter istoric, publicată la trei ani după apariție, în mod normal nu cere decît puține comentarii din partea autorului. Dar, deoarece această carte se ocupă în mare măsură și de lumea contemporană, schimbările care s-au produs în acești trei ani reclamă inevitabil adăugiri și modificări importante. De altfel, însăși știința istoriei nu stă pe loc ; în acest răstimp s-au produs fapte noi, s-au făcut noi interpretări, de care, împreună cu observațiile juste ale criticilor mei, trebuie să țin seama. Spre a putea introduce date mai recente și a nu mări prea mult volumul cărții, am scos o parte din materialul mai puțin important, iar la sfîrșitul volumului am adăugat cîteva informații mai amănunțite într-o serie de note.

De cînd am scris ediția întîi, în relațiile internaționale s-a manifestat, în general, o tendință spre destindere. Această tendință, după părerea mea, este atît de profundă și corespunde atît de mult intereselor popoarelor, încît este probabil că va supraviețui încordării provocate de crizele din toamna anului 1956. În consecință, scriind din nou părțile corespunzătoare din ediția întîi, pe care le elaborasem în cursul celei mai încordate perioade a războiului rece, am căutat să scot în evidență posibilitățile constructive ale științei, în speranța că lumea poate să se apuce să-și dezvolte economia și știința în condiții de pace.

Ținînd seama de marile schimbări care au avut loc de la moartea lui Stalin, am scris din nou o mare parte din secțiunea privitoare la Uniunea Sovietică și la țările învecinate, corectînd erorile din prima ediție în măsura pe care mi-au îngăduit-o informațiile de care am dispus. Am adăugat de

asemenia cîte ceva cu privire la remarcabila dezvoltare a fostelor țări coloniale din Asia și din Africa și la ponderea influenței pe care o pot avea ele ca un grup de state neutre.

În pofida acestei dezvoltări în direcția păcii, pericolul războiului este departe de a fi dispărut. Nu s-a ajuns la un acord general cu privire la dezarmare sau cu privire la interzicerea armelor nucleare. Judecînd după informațiile recente cu privire la proporțiile distrugerilor pe care le-ar putea provoca un război în care s-ar folosi bomba cu hidrogen, este sigur că, dacă nu vom avea pace, nu va mai rămîne mare lucru din știință, civilizație și omenire pe acest Pămînt. Aceste date noi m-au obligat să refac secțiunea despre *Război și știință*.

În pofida acestor procese deosebit de îngrijorătoare, perspectivele pozitive ale științei se conturează tot mai limpede. Folosirea energiei atomice în scopuri pașnice este fapt împlinit și se poate spune de pe acum că, în actuala ei formă de fisiune sau sub forma energiei termonucleare, ea va asigura — dacă nu va fi război — chiar și actualei generații energie și o bunăstare de care omul nu s-a bucurat niciodată pînă acum. Pentru folosirea acestei energii și pentru a pune capăt muncii monotone care ține omenirea încovoiată pe ogoare și în mine, în uzine și în birouri, dispunem astăzi de sisteme de automatizare și de mașini electronice de calcul.

Aceste realizări de ordin material nu sînt decît expresia forței cu care cercetarea științifică rezolvă probleme fascinante prin ele însele și de folos imediat pentru om. În fizică și biologie s-au realizat în ultimii trei ani progrese imense și se pare că ne aflăm în ajunul unor teorii noi, impresionante și revelatoare, în ce privește structura materiei și a vieții.

Începe să devină evident că de acum înainte trebuie să se depună eforturi mult mai mari pentru cercetări și pentru pregătirea științifică și tehnică a cadrelor și că numai o populație nouă, multilateral instruită și liberă de barierele de clasă sau rasă, poate culege roadele erei noi și se poate bucura de ele. Știința este prea importantă și prea primejdioasă pentru a fi lăsată pe mîna unei minorități.

Astfel de mari transformări nu se pot produce fără schimbarea instituțiilor politice și economice. Existența unor conflicte este inevitabilă, dar nu se mai poate îngădui ca ele să ducă la război. O lume fără războaie ridică și ea probleme care trebuie rezolvate. În ziua de azi, menținerea inegalităților existente, rămînerea celei mai mari părți a lumii în pragul foametei pentru ca relativ puțini oameni să

se poată bucura de o prosperitate îngrădită, iluzorie și plină de spaime se plătește cu un efort care, orientat în mod rațional, ar însemna în numai câțiva ani o prosperitate mult mai mare pentru toată lumea. Cei care au dus războaie și au înșelat pentru ca să-și însușească mai multe bunuri într-o lume bîntuită de lipsuri trebuie să înțeleagă că au în fața lor o lume plină de bunuri pentru toți din belșug.

Este în afară de orice îndoială că, în formarea viitorului lumii, științei îi revine un rol hotărîtor. Pentru folosirea ei rațională este însă important să se studieze istoria științei în raport cu ansamblul condițiilor sociale.

J. D. B.

Londra,

noiembrie 1956

Din partea autorului	V
Notă	VI
Prefață	VII
Prefață la ediția a doua	XVI

PARTEA I

APARIȚIA ȘI CARACTERUL ȘTIINȚEI

<i>Capitolul 1</i> — INTRODUCERE	1
1.1. Știința ca instituție	6
1.2. Metodele științei	10
1.3. Tradiția cumulativă a științei	18
1.4. Știința și mijloacele de producție	22
1.5. Științele naturii ca sursă de idei	27
1.6. Interacțiunea dintre știință și societate	31

PARTEA A II-a

ȘTIINȚA ÎN LUMEA ANTICĂ

INTRODUCERE	35
-------------	----

Capitolul al 2-lea — PRIMELE SOCIETĂȚI

OMENEȘTI. EPOCA VECHE A PIETREI	38
2.1. Originea societății	—
2.2. Baza materială a societății primitive	39
2.3. Baza socială a vieții societății primitive	43
2.4. Originea științei raționale	48
2.5. Transformarea mediului înconjurător	51
2.6. Organizațiile și ideile sociale	54
2.7. Realizările omului primitiv	57

<i>Capitolul al 3-lea</i> — AGRICULTURA ȘI CIVILIZAȚIA	59
3.1. Trecerea la o economie productivă	—
3.2. Civilizația	66
3.3. Tehnica civilizației	73
3.4. Originea științei cantitative	78
3.5. Originea de clasă a științei la începuturile ei	86
3.6. Succesele și eșecurile primelor civilizații	90
3.7. Răspîndirea civilizației	94
3.8. Moștenirea civilizației timpurii	98

<i>Capitolul al 4-lea</i> — EPOCA FIERULUI. CULTURA CLASICĂ	99
4.1. Originea culturilor din epoca fierului	100
4.2. Orașele în epoca fierului	104
4.3. Fenicienii și evreii	108
4.4. Grecii	110
4.5. Prima etapă a științei grecești	117
4.6. Succesele Atenei	133
4.7. Imperiul lui Alexandru	148
4.8. Roma și decăderea științei clasice	161
4.9. Moștenirea lumii clasice	169

PARTEA A III-a

ȘTIINȚA ÎN EPOCA RELIGIILOR ORGANIZATE	
INTRODUCERE	175

<i>Capitolul al 5-lea</i> — ȘTIINȚA ÎN PERIOADA DE TRECERE LA FEUDALISM	178
5.1. Dezvoltarea civilizației după căderea Imperiului roman	—

5.2. Epoca religiilor organizate	181
5.3. Dogma și știința	186
5.4. Reacția față de elenism	188
5.5. Mahomed și ascensiunea islamului	192
5.6. Știința în țările islamice	197
5.7. Decăderea culturii islamice	206

Capitolul al 6-lea — ȘTIINȚA ȘI TEHNICA

MEDIEVALĂ	209
6.1. Evul mediu timpuriu în Europa occidentală	—
6.2. Sistemul feudal	211
6.3. Biserica în evul mediu	215
6.4. Scolasticii și universitățile	217
6.5. Știința medievală	223
6.6. Transformarea economiei medievale sub influența noilor mijloace tehnice	228
6.7. Dezvoltarea economiei în evul mediu târziu	243
6.8. Realizările evului mediu	246

PARTEA A IV-a

NAȘTEREA ȘTIINȚEI MODERNE

INTRODUCERE	252
-------------	-----

Capitolul al 7-lea — REVOLUȚIA ȘTIINȚIFICĂ

ȚIFICĂ	258
7.1. Prima fază : Renașterea (1440—1540)	—
7.2. Arta, natura și medicina	265
7.3. Navigația și astronomia	274
7.4. Faza a doua : știința în perioada primelor revoluții burgheze (1540—1650)	281
7.5. Fundamentarea sistemului heliocentric	290

7. 6. Noua filozofie	304
7. 7. Faza a treia : știința se maturizează. 1650— 1690	311
7. 8. Formarea noii imagini a lumii	325
7. 9. Mecanica cerească. Sinteza newtoniană	334
7.10. Privire retrospectivă : capitalismul și naș- terea științei moderne	345

PARTEA A V-a

ȘTIINȚA ȘI INDUSTRIA

INTRODUCERE	353
-------------	-----

<i>Capitolul al 8-lea</i> — ANTECEDENTELE ȘI CONSECINȚELE REVOLUȚIEI INDUSTRIALE	359
8.1. Stagnarea de la începutul secolului al XVIII-lea (1690—1760)	—
8.2. Știința și revoluțiile (1760—1830)	366
8.3. Revoluția franceză și influența ei asupra științei	380
8.4. Caracteristicile științei în revoluția industrială	385
8.5. Știința la mijlocul secolului al XIX-lea (1830—1870)	387
8.6. Progresele științei în secolul al XIX-lea	397
8.7. Sfârșitul secolului al XIX-lea (1870—1895)	401
8.8. Știința la sfârșitul secolului al XIX-lea	407

<i>Capitolul al 9-lea</i> — DEZVOLTAREA ȘTIIN- ȚEI ÎN SECOLELE AL XVIII-LEA ȘI AL XIX-LEA	412
---	-----

9.0. Introducere	—
------------------	---

9.1. Căldura și energia	415
9.2. Construcțiile de mașini și metalurgia	427
9.3. Electricitatea și magnetismul	434
9.4. Chimia	447
9.5. Biologia	463
9.6. Privire retrospectivă	482

PARTEA A VI-a

ȘTIINȚA ÎN EPOCA NOASTRĂ

INTRODUCERE

<i>FUNDALUL SECOLULUI AL XX-LEA: REVOLUȚIILE ÎN ȘTIINȚĂ ȘI SOCIETATE</i>	495
--	-----

Capitolul al 10-lea — ȘTIINȚELE FIZICE ÎN

SECOLUL AL XX-LEA	517
10. 0. Introducere	—
10. 1. Electronul și atomul	521
10. 2. Fizica teoretică	530
10. 3. Fizica nucleară	539
10. 4. Electronica	550
10. 5. Fizica și structura materiei	560
10. 6. Tehnica secolului al XX-lea : construcția de mașini	567
10. 7. Industria chimică	578
10. 8. Resursele naturale	582
10. 9. Războiul și știința	584
10.10. Viitorul științelor fizice	596
10.11. Știința și ideile într-o perioadă de tranziție	603

<i>Capitolul al 11-lea — ȘTIINȚELE BIOLOGICE ÎN SECOLUL AL XX-LEA</i>	609
11.0. Introducere	—
11.1. Răspunsul biologiei la influențele sociale pe care le-a suferit	618
11.2. Biochimia	627
11.3. Microbiologia	645
11.4. Biochimia în medicină	653
11.5. Structura și dezvoltarea organismelor : citologia și embriologia	659
11.6. Organismul ca un întreg și mecanismele lui de control	664
11.7. Ereditatea și evoluția	673
11.8. Organismele și mediul lor înconjurător : ecologia	686.
11.9. Viitorul biologiei	700

<i>Capitolul al 12-lea — ȘTIINȚELE SOCIALE ÎN ISTORIE</i>	707
12.0. Introducere	—
12.1. Sfera și caracterul științelor sociale	709
12.2. Istoria științelor sociale	722
12.3. Știința socială în epoca feudală	729
12.4. Știința socială și nașterea capitalismului	733
12.5. Iluminismul și revoluția	737
12.6. Utilitarismul și reforma liberală	744
12.7. Marxismul și știința despre societate	750
12.8. Științele sociale academice la sfârșitul secolului al XIX-lea și la începutul secolului al XX-lea	758
12.9. Dezvoltarea marxismului în secolul al XIX-lea și la începutul secolului al XX-lea	777

Capitolul al 13-lea — ȘTIINȚELE SOCIALE

DUPA PRIMUL RĂZBOI MONDIAL	791
13.0. Introducere	—
13.1. Caracteristica generală a gândirii sociale în secolul al XX-lea	800
13.2. Științele sociale în lumea capitalistă	810
13.3. Aplicațiile științelor sociale	816
13.4. Pedagogia	825
13.5. Fundalul ideologic	830
13.6. Științele sociale în lumea socialismului	839
13.7. Spre o nouă știință a societății	845
13.8. Învățămintele revoluției chineze	857
13.9. Viitorul științelor sociale	860

PARTEA A VII-a

CONCLUZII

Capitolul al 14-lea — ȘTIINȚA ȘI ISTORIA

14.0. Introducere	—
14.1. Știința și forțele sociale	870
14.2. Interacțiunea dezvoltării științei, tehnicii și economiei	877
14.3. Calea progresului științific	884
14.4. Știința în societatea împărțită în clase	888
14.5. Știința în lumea de azi	892
14.6. Progresul științei	907
14.7. Contemplare și acțiune	913
14.8. Organizarea și libertatea științei	916
14.9. Necesitatea științei pentru omenire	925

Anexe

Bibliografie	940
Note la ediția a doua	957
Indice de nume	976
Indice de materii	987

LISTA ILUSTRĂȚILOR, HĂRTLOR ȘI TABELELOR

ILUSTRĂȚII DIN TEXT

1. Tehnologia primitivă	53
2. Influența tehnicii împletiturilor din nuiele asupra artei decorative	64
3. Procedee tehnice ale egiptenilor, ilustrate pe mor- mîntul lui Rekhmire	80
4. Procedee tehnice ale civilizației străvechi	154
5. Schițe de aparate de distilat cu unul sau mai multe turnuri	207
6. Practica și teoria medievală	225
7. Tehnica și știința în China veche	231
8. Știința și tehnologia Renașterii	264
9. Tehnica Renașterii : Leonardo da Vinci	272
10. Tunul în tehnologia științei Renașterii	295
11. Schițe de instrumente și mașini	319
12. Tehnologia și știința secolului al XVIII-lea	378
13. Tehnologia secolului al XIX-lea	444
14. Chimia și fizica secolului al XIX-lea	460
15. Două experiențe decisive făcute de Rutherford asupra radioactivității. Se remarcă extrema sim- plicitate a aparatului folosit	559

PLANȘE

1. Dezintegrări nucleare produse prin raze cosmice și înregistrate pe emulsii fotografice	580
2. Creșterea cristalelor de carbură de siliciu	581
3. Difrakția razelor X în cristale	644
4. Utilizări ale microscopului electronic	645

IIĂRȚI

1. Începuturile civilizației	174
2. Lumea în perioada de trecere la feudalism	204
3. Europa medievală	249
4. Știința și industria în Europa	488
5. Lumea de azi	936

TABELE

1. Dezvoltarea tehnicii și originea științei	172
2. Tehnica și știința în antichitate	173
3. Știința și feudalismul. Salvarea moștenirii grecești	247
4. Revoluția științifică	350—351
5. Știința și capitalismul	492—493
6. Științele fizice în secolul al XX-lea	606—607
7. Biologia în secolul al XX-lea	704—705
8. Știința de-a lungul veacurilor	934—935

NOTĂ LA EDIȚIA A DOUA

Sînt îndatorat unui număr de persoane care mi-au semnalat erori și omisiuni și mi-au făcut sugestii constructive în vederea pregătirii ediției a doua. Exprim deosebita mea recunoștință profesorului J.B.S. Haldane și doctorului H. Spurway, domnului Hugo Köditz și domnișoarei K. Watkins pentru grija manifestată în relevarea nenumăratelor greșeli din ediția întâi.

APARIȚIA ȘI CARACTERUL ȘTIINȚEI**CAPITOLUL 1****INTRODUCERE**

Această carte reprezintă o încercare de a înfățișa și de a interpreta relațiile dintre dezvoltarea științei și aceea a altor aspecte din istoria omenirii. Scopul ei final este să ducă la înțelegerea câtorva dintre problemele importante care decurg din influența științei asupra societății. Civilizația, așa cum o cunoaștem în zilele noastre, n-ar fi fost posibilă, în aspectele ei materiale, fără știință. În ceea ce privește aspectele intelectuale și morale, știința a avut o înrîurire tot atât de profundă. Răspîndirea ideilor științifice constituie un factor hotărîtor în transformarea întregii structuri a gândirii omenestii. În special conflictele și aspirațiile epocii noastre sînt legate de intervenții neîncetate și din ce în ce mai active ale științei. Oamenii trăiesc cu spaima de a fi exterminați prin bomba atomică sau arma bacteriologică și cu speranța într-o viață mai bună ca rezultat al aplicării științei în agricultură și în medicină. Cele două lagăre în care este împărțită acum lumea exemplifică obiectivele diferite în slujba cărora poate fi pusă știința. Nevoia imperioasă de a realiza și de a menține pacea între ele se datorește, în parte, și caracterului catastrofal și de sinucidere al unui război dus după metodele științifice moderne.

Desfășurarea evenimentelor ne pune în față din ce în ce mai stăruitor probleme care afectează știința, cum sînt folosirea justă a științei în societate, militarizarea științei, relațiile dintre știință și guverne, secretul științific, libertatea științei, locul științei în învățămînt și în cultura generală. Cum trebuie să fie rezolvate astfel de probleme? Încercările de a le soluționa făcînd apel la principii acceptate sau la adevăruri de la sine înțelese n-au dus pînă acum, în majoritatea cazurilor, decît la confuzie. Ele nu pot da un răspuns

limpede, de exemplu, la problema răspunderii omului de știință față de tradițiile științei, față de omenire sau față de stat. Într-o lume care se schimbă atât de repede, nu putem aștepta mare lucru de la ideile preluate în mod necritic de la o societate dispărută în negura vremurilor. Aceasta nu înseamnă însă că problemele sînt insolubile și că trebuie să cădem în pesimism și iraționalism neputincios, care sînt atât de caracteristice astăzi multor intelectuali din țările capitaliste. ¹⁻³⁰ Pînă la urmă, aceste probleme trebuie să fie rezolvate și ele își vor primi răspunsul în practică, în cursul procesului de căutare a unei modalități de a folosi și a dezvolta știința într-un chip cît mai armonios și cu cele mai bune rezultate pentru omenire. În țările în care știința a fost pusă conștient în slujba țelurilor constructive și a ridicării bunăstării, s-a și acumulat o bogată experiență. Chiar și în Anglia și în America, experiența folosirii științei în război și în pregătirile de război i-a învățat pe oamenii de știință cîte ceva, făcîndu-i să se gîndească ce s-ar putea realiza folosind știința în scopuri pașnice. ^{1-2.285}

Dar numai experiența în sine este insuficientă și într-adevăr ea nu poate acționa niciodată singură. Conștient sau inconștient, oamenii de știință se călăuzesc după teorii și concepții provenind din tezaurul general al culturii omenești. Cînd procesul este inconștient, această dependență față de tradiție va fi oarbă și nu va duce decît la repetarea unor soluții deja încercate, care, în urma condițiilor schimbate, au devenit inoperante. Cînd însă procesul este conștient, el cere o mai profundă cunoaștere a ansamblului de relații dintre știință și societate, iar pentru aceasta este necesară în primul rînd cunoașterea istoriei științei și a societății. În știință, mai mult decît în orice altă instituție omenească, trebuie să cercetăm trecutul pentru a înțelege prezentul și a stăpîni viitorul.

O asemenea afirmație ar fi obținut, cel puțin pînă în timpul din urmă, un sprijin foarte redus din partea oamenilor de știință legați de practică. În științele naturii, și mai ales în științele fizice, există convingerea fermă că noile cunoștințe iau locul celor dobîndite în trecut și le înlătură pe toate. Se admite că, la rîndul lor, viitoarele cunoștințe vor face să se învechească cunoștințele actuale, deși deocamdată acestea sînt cele mai certe. Orice cunoștințe folositoare din trecut sînt cuprinse în cele prezente și n-au fost lăsate la o parte decît erorile provenite din neștiință. Pe scurt, după cum spunea Henry Ford, „istoria n-are nici o valoare“.

Din fericire, din ce în ce mai mulți oameni de știință încep în zilele noastre să vadă consecințele atitudinii de desconsiderare a istoriei și, o dată cu aceasta, bineînțeles a unei juste aprecieri a locului pe care îl ocupă știința în societate. Cu

tot prestigiul de care se bucură oamenii de știință, numai această cunoaștere a istoriei îi poate feri să devină pionii orbi și neputincioși în marea dramă contemporană a folosirii științei spre binele sau spre răul omenirii. Este adevărat că, în trecutul apropiat, oamenii de știință și oamenii în general s-au complăcut în ideea liniștitoare că folosirea științei va duce în mod automat la îmbunătățirea continuă a traiului omenesc. Aceasta nu este o idee prea veche. Pe vremea lui Roger Bacon (p. 226), ea era socotită drept o idee revoluționară și primejdioasă și abia după 300 de ani Francis Bacon (p. 304 și urm.) a susținut-o pentru prima oară cu fermitate. Dar numai uriașele schimbări și progrese din domeniul științei și industriei provocate de Revoluția industrială din epoca victoriană au făcut din această idee despre progres un adevăr cert și durabil, aproape banal (p. 367). Desigur că situația s-a schimbat, în zilele acestea de teamă și neliniște, când forța pe care știința o poate da este considerată mai curînd în stare să șteargă de pe suprafața Pămîntului civilizația și chiar viața decît să asigure un progres neîntreput al îndeletnicirilor pașnice. Cu toate acestea, chiar și în această privință s-a strecurat o oarecare îndoială, iar unii neomalthusianiști se tem că pînă și tămăduirea bolilor poate fi primejdioasă pe o planetă suprapopulată (p. 693).

Fie că știința este folosită spre bine, fie spre rău, astăzi nu mai este nevoie să se stăruie asupra importanței ei; dar tocmai din cauza acestei importanțe ea trebuie să fie just înțeleasă. Știința este un mijloc prin care întreaga noastră civilizație se transformă în ritm rapid. Or, știința se dezvoltă, nu ca în trecut, încet și imperceptibil, ci repede, prin salturi vizibile pentru toată lumea. Structura civilizației noastre s-a schimbat enorm chiar și în timpul vieții generației noastre și se schimbă an de an din ce în ce mai repede. Pentru a înțelege cum anume se produce acest proces, nu este de ajuns să știm ce face acum știința. Trebuie neapărat să înțelegem cum a ajuns știința să fie ceea ce este astăzi, cum a influențat-o în trecut succesiunea formelor de organizare socială a societății și în ce fel a contribuit ea, la rîndul ei, la închegarea acestor forme.

Unii consideră ca fiind un lucru stabilit că, deoarece știința influențează din ce în ce mai mult viața noastră, oamenii de știință ar fi cei care dețin controlul efectiv asupra mecanismului civilizației și că, prin urmare, ei sînt direct și în mare măsură răspunzători de toate relele și dezastrele epocii noastre. Majoritatea acelor care lucrează efectiv în domeniul științei știu destul de bine cît de departe de adevăr este această părere. Modul de utilizare a rezultatelor muncii oamenilor de știință scapă aproape cu desăvîrșire de sub controlul

lor. De aceea ei nu poartă decît o răspundere pur morală. De obicei însă ei încearcă să se sustragă și acestei răspunderi, invocînd cu exaltare tradițiile științei, care caută dezinteresat adevărul, indiferent de urmările pe care le poate avea. După cum vom vedea (p. 490), această fugă comodă de răspundere era un lucru destul de ușor atîta vreme cît, în mare măsură datorită științei, progresul social general părea să fie la ordinea zilei. Atunci omul de știință se putea identifica destul de ușor cu tendințele economice și politice ale vremii, simțindu-se mulțumit că este lăsat să-și urmeze calea aleasă de bunăvoie. Dar, în fața unei lumi în care lipsurile, mizeria și frica sporesc, a unei lumi în care știința însăși este atrasă din ce în ce mai direct în domeniile cele mai nefaste ale pregătirilor de război, această atitudine începe să nu mai reziste. Omul de știință din lumea de azi nu se mai poate sustrage de la răspunderea morală.

Alternativa nu este lipsa de răspundere, ci o răspundere socială mai conștientă și mai activă, astfel ca știința, pe de o parte, să poată contribui efectiv la planificarea industriei, agriculturii și medicinei, acțiune cu care omul de știință poate fi complet de acord, iar pe de altă parte să poată fi extinsă și transformată în așa fel încît să devină parte integrantă din viața și din munca tuturor.

Trecerea de la o știință lipsită de răspundere față de societate la una cu răspundere socială este abia la început. Caracterul și orientarea ei nu sînt încă pe deplin definite. Acesta este numai un aspect, dar un aspect vital al transformărilor sociale fundamentale prin care se trece de la o economie stimulată de îmbogățirea individuală la o economie orientată spre bunăstarea tuturor. Aceasta va fi una dintre cele mai grandioase transformări din întreaga istorie a omenirii și este de cea mai mare importanță ca ea să fie cu prioritate amplu dezbătută și corect înțeleasă, deoarece alături de posibilități nemărginite ea ascunde și primejdii mari. Este necesar ca această transformare să se realizeze în modul cel mai potrivit, iar asigurarea folosirii raționale a științei în fiecare etapă a acestei transformări reprezintă cea mai bună justificare pentru studierea relațiilor dintre știință și societate în trecut, căci numai printr-un asemenea studiu pot fi înțelese corect aceste relații.

Aspectele științei

Înainte de a începe analiza corelației dintre știință și societate trebuie să spun cîteva cuvinte despre sensul și obiectul științei în sine. Desigur că s-ar părea foarte firesc și nimerit să încep cu definiția științei. Prof. Dingle, în ampla sa re-

cenzie^{1.14} asupra lucrării mele „Funcția socială a științei”, lini cere să fac acest lucru. După părerea lui, autorul ar trebui să înceapă prin

„Identificarea acestui fenomen și descrierea cât mai limpede cu putință a fenomenului în sine, independent de orice funcție pe care ar putea să aibă sau de orice relație în care s-ar putea găsi cu alte fenomene, urmînd ca după aceea să treacă la examinarea rolului pe care-l joacă sau l-ar putea juca în viața socială”.

Experiența și cunoștințele mele personale m-au convins de inutilitatea și de sterilitatea unui asemenea procedeu. Știința este atît de veche, a suferit de-a lungul istoriei atît de multe schimbări și este în fiecare moment istoric atît de legată de alte activități sociale, încît orice încercare de a-i da o definiție — și s-au făcut multe — nu poate exprima, în mod mai mult sau mai puțin satisfăcător, decît unul dintre aspecte, adeseori un aspect minor, pe care l-a avut într-o fază oarecare a evoluției ei. Einstein^{1.20} a pus această problemă în felul următor :

„Știința, ca ceva persistent și încheșat, este lucrul cel mai obiectiv cunoscut de om. Dar știința în acțiune, ca un scop care trebuie urmărit, este tot atît de subiectivă și de condiționată psihologic ca orice altă ramură a aspirațiilor omenești, așa încît la întrebarea : «Care este scopul și sensul științei ?» diverși oameni în diverse epoci au dat răspunsuri cu totul diferite”.

O activitate omenească ce constituie în sine doar o parte integrantă a procesului unic și nerepetabil al evoluției sociale cu greu poate fi strict definită^{1.4} (p. 879).

Mai mult decît orice altă îndeletnicire umană, știința prin însăși natura ei este mereu în schimbare și, fiind una dintre cele mai recente realizări ale omenirii, se schimbă foarte repede. De altfel nici n-a trecut multă vreme de cînd ea are o existență de sine stătătoare. La începuturile civilizației, știința nu era decît o latură a muncii magicianului, bucătarului sau fierarului. Abia prin secolul al XVII-lea a început să dobîndească o poziție independentă ; și se poate întîmpla ca această independență să fie doar o fază temporară. Se prea poate ca în viitor cunoașterea și metoda științifică să pătrundă în atît de mare măsură în întreaga viață socială, încît din nou știința să nu mai aibă o existență distinctă. Astfel, o definiție este, prin forța lucrurilor, imposibilă, iar singura modalitate de a explica ce se înțelege în acest volum prin știință va trebui să constea în descrierea ei amănunțită și cuprinzătoare. Aceasta se va face în capitolele următoare ; aici însă, ca o indicație pentru o analiză mai amănunțită, voi încerca să analizez în cîteva cuvinte principalele aspecte sub care știința se manifestă în lumea contemporană.

Știința poate fi considerată drept (1.1) o instituție ; (1.2) o metodă ; (1.3) o acumulare de cunoștințe transmise prin tra-

diție ; (1.4) un factor important în menținerea și dezvoltarea producției ; și (1.5) unul dintre cei mai puternici factori în formarea convingerilor și atitudinilor față de univers și de om. În cap. 1 subcapitolul 6 este dezbătută problema interacțiunii dintre știință și societate. Înșirînd aceste aspecte diferite ale științei, nu vreau să spun că există tot atîtea „științe”. Cînd este vorba de o noțiune atît de cuprinzătoare în timp, în relații și categorii, trebuie să se țină seama de multiplicitatea aspectelor și a legăturilor dintre ele. Cuvintele „știință” sau „științific” au multe semnificații diferite, care variază după context. Prof. Dingle și-a dat osteneala de a înșira zece din aceste semnificații, luate din cartea mea. Într-unul din cazurile citate de el, știința este opusă tehnicii, ținînd seama de gradul de aplicare practică ; în altul, metoda științifică, ca mijloc de verificare, este pusă în opoziție cu descoperirea efectuată pe cale intuitivă. Toate acestea sînt întrebări semnificative ale cuvîntului „știință”, dar pentru a putea extrage din ele sensul complet trebuie să fie legate laolaltă într-o imagine generală a dezvoltării științei. Dintre aspectele înșirate mai sus, știința ca instituție și ca factor în producție aparține aproape exclusiv epocii moderne. Metoda științei și influența ei asupra concepțiilor datează de pe vremea Greciei antice, dacă nu și mai de mult. Transmiterea prin tradiție a cunoștințelor din tată în fiu, de la meșter la ucenic este izvorul efectiv al științei și a existat chiar de la începuturile omenirii, cu mult înainte ca știința să fi putut fi socotită drept o instituție sau să-și fi putut elabora o metodă proprie, deosebită de simțul comun și de învățătura tradițională.

1. 1. Știința ca instituție

Știința ca instituție în care și-au găsit o ocupație zeci și chiar sute de mii de oameni este de dată foarte recentă. Abia în secolul al XX-lea știința a ajuns o profesiune care se poate compara ca importanță cu profesiuni mult mai vechi, ținînd de biserică și de drept. Ea este de asemenea recunoscută ca fiind, deși înrudită, deosebită de profesiunea medicului și inginerului, care, la rîndul lor, devin mai puțin dependente de tradiție și mai mult pătrunse de știință. Legătura din ce în ce mai strînsă cu profesiunile specializate tinde să accentueze separarea științei de ocupațiile obișnuite din societate. În capitolele ce vor urma vom reveni des la originea acestei separări și la modul în care ea depinde de funcțiile economice ale științei. Aici este suficient numai să atragem atenția asupra faptului că ea este mai accentuată în țările capitaliste. Multor oameni din afara sferelor ei și indiferent de specialitatea lor, știința le apare astăzi ca o activitate desfășurată de o anu-

mită categorie de oameni : oamenii de știință. Termenul însuși nu este prea vechi. În limba engleză Whewell a folosit pentru prima dată termenul *scientist* (om de știință) în 1840, în lucrarea sa „Filozofia științelor inductive”. „Avem mare nevoie, scria el, de un nume pentru a înfățișa pe cel care se îndeletnicește cu știința în general. Eu aș fi de părere să-i zicem om de știință”. Astăzi vorbim despre acești oameni ca despre o categorie aparte : unii lucrează în laboratoare secrete și inaccesibile, cu aparate bizare ; alții fac calcule și raționamente complicate și toți folosesc un limbaj pe care numai colegii lor îl înțeleg. De fapt, acest fel de a-i privi este în oarecare măsură justificat ; deși știința evoluează, influențând din ce în ce mai mult viața noastră de fiecare zi, ea n-a devenit mai ușor de înțeles. Oamenii care lucrau efectiv în domeniul diferitelor științe au trecut cu timpul, adeseori pe nesimțite, în domenii în care a fost necesar să fie creat un limbaj special pentru a exprima noile fapte și relații pe care le descopereau și, în cea mai mare parte, nu s-au preocupat să traducă în limbaj curent nici măcar cea mai interesantă parte a muncii lor. Astăzi, știința și-a însușit atât de mult caracteristicile unei profesii de sine stătătoare, printre care și o îndelungă pregătire și ucenicie, încât este mai ușor să se recunoască un om de știință decât să se știe ce anume este știința. Într-adevăr, o definiție comodă a științei este : *ceea ce fac oamenii de știință*.

Știința concepută ca un corp colectiv, organizat este de dată recentă, dar ea își păstrează un caracter economic special care exista încă din perioada în care știința progresează datorită strădaniei unor indivizi izolați (p. 287). Știința se deosebește de toate celelalte așa-numite profesii libere prin aceea că practica științifică n-are o valoare economică imediată. Un jurist poate pleda sau pronunța o sentință, un medic poate vindeca, un preot poate oficia o căsătorie sau da o mângâiere spirituală, un inginer poate proiecta un pod sau o mașină de spălat. Pentru toate acestea oamenii sînt dispuși să plătească pe loc. Acești liber-profesioniști pot oferi ceva ce poate fi valorificat pe piață. Anumite produse ale activității științifice, cu excepția celor avînd aplicație practică imediată, nu se pot vinde, cu toate că, în ansamblu și într-un termen relativ scurt, ele pot crea — prin introducerea lor în tehnică și producție — mai multe bogății noi decât toate celelalte profesii libere laolaltă. Drept urmare, prima grijă a omului de știință a fost întotdeauna să-și asigure mijloace de trai, iar greutatea de a rezolva această problemă a fost în trecut cea mai însemnată piedică în calea progresului științei și mai rămîne și astăzi, deși în mai mică măsură (p. 908).

În vremurile mai îndepărtate, știința era în mare măsură o activitate secundară, efectuată în timpul liber de oamenii bogați și fără ocupație sau de liber-profioniști înstăriți. Astrologul profesionist de pe lângă curțile prinților era adeseori, dacă nu chiar întotdeauna, și medicul curții (p. 198). Astfel, în mod inevitabil, știința a devenit de fapt monopolul claselor de sus și de mijloc. În ultimă analiză, atât sarcinile, cât și răsplata muncii științifice decurg din instituțiile sociale și din tradiții care, cu timpul, cuprind din ce în ce mai mult instituția științei însăși. Aceasta nu înseamnă neapărat o degradare pentru știință. Orientarea socială a științei a fost — cel puțin pînă la recenta ei antrenare pe făgașul militarizării — generală, neimpusă și putea realmente să stimuleze spiritul creator, silindu-l să-și concentreze atenția asupra problemelor nodale ale practicii curente. Astfel, după cum vom vedea (p. 335), studiul longitudinai a fost un stimulent social rodnic pentru fizica și astronomia secolelor XVII—XVIII, așa cum au fost și cercetările în domeniul antibioticelor în secolul al XX-lea.

Adevărata degradare știința o cunoaște prin frustrarea și perversitatea pe care le îndură într-o societate unde este prețuită numai pentru ceea ce poate adăuga la profiturile particulare și la mijloacele de distrugere (p. 592 și urm.). Totuși, este firesc ca oamenii de știință care văd în asemenea scopuri singurul motiv pentru care societatea în care trăiesc sprijină știința și nu-și pot închipui o altfel de societate să creadă sincer și ferm că întreaga orientare socială a științei este un rău inevitabil. Ei năzuiesc spre reîntoarcerea la o stare ideală care în realitate n-a existat niciodată și în care știința ar reprezenta un scop în sine. Chiar și definiția matematicii pure dată de G. H. Hardy — „acest obiect nu este de folos practic : aceasta înseamnă că nu poate fi întrebuițat direct la distrugerea vieții omenești sau la accentuarea inegalităților existente azi în repartiția avuțiilor” — a fost dezmințită de evenimente. Cercetările matematice efectuate în timpul ultimului război și după terminarea lui au fost puse în slujba acestor două scopuri. De fapt, omul de știință a trebuit întotdeauna să lucreze în strînsă legătură cu alte trei grupuri diferite de persoane : patronii, colegii și publicul.

Funcția de patron, reprezentată de un individ bogat, de o universitate, de o corporație sau de o instituție de stat, constă în a pune la dispoziția oamenilor de știință banii cu care ei să poată trăi și munci. Patronul pretinde în schimb să aibă un cuvînt de spus în ceea ce lucrează omul de știință, mai ales dacă scopul său final este profitul comercial sau succesul militar. Situația este întrucîtva diferită numai dacă patronul dă banii din pură filantropie, din motive de prestigiu

sau pentru reclamă ; în acest caz el cere doar ca rezultatele să fie destul de spectaculoase și nu prea neliniștitoare.

În societatea socialistă, funcția de patron este preluată de organele guvernului popular, la toate nivelurile — de la fabrica sau laboratorul sătesc și pînă la institutele Academiei de științe —, și în acest proces funcția respectivă este radical schimbată. Deoarece un asemenea guvern poate și trebuie neapărat să privească mai departe în viitor, munca oamenilor de știință este recunoscută ca avînd o valoare intrinsecă. Munca lor este sprijinită și promovată în primul rînd prin finanțare din bugetele naționale și locale. Din partea oamenilor de știință se cere în schimb înțelegerea rolului lor social, constînd în colaborarea lor la îndeplinirea planurilor de construire a unei societăți mai bune și în organizarea muncii lor în așa fel încît să obțină cele mai bune rezultate atît în perspectivă, cît și într-un viitor apropiat.

În general, omul de știință trebuie „să vîndă“ patronului proiectul său, dar nu poate face acest lucru decît dacă are cel puțin sprijinul tacit al unora dintre colegii săi, oameni de știință, care fac parte din diferite instituții și societăți. Acestea din urmă au datoria de a menține nivelul intelectual al științei, dar, cu excepția țărilor în care știința se dezvoltă în mod planificat, ele nu au și nu pot manifesta prea multă inițiativă în stabilirea domeniilor științifice care urmează a fi studiate sau a volumului lucrărilor care trebuie efectuate.

În ultimă instanță, poporul este acela care apreciază sensul și valoarea științei. Acolo unde știința este ținută în secret de un grup restrîns de privilegiați, ea este inevitabil subordonată intereselor claselor dominante, fiind ruptă de concepția și inspirația care se nasc din nevoile și din capacitățile oamenilor. Episcopul Sprat, în lucrarea sa „Istoria Societății Regale“ (1667), își pune întrebarea : de ce „*științele creierului omenesc* au fost expuse mult mai mult vicisitudinilor vieții decît *meșteșugurile mîinilor sale* ?“. El ajunge la concluzia că aceasta se datorește faptului că ele au fost „izgonite din lume chiar de către filozofi... Dacă de la început ele s-ar fi bazat mai mult pe cele cinci simțuri și ar fi dat *omului* un sprijin prietenesc în toate împrejurările vieții, fără îndoială că s-ar fi simțit nevoia ca științele să fie păstrate chiar în cele mai agitate și mai întunecoase epoci. Astfel ar fi scăpat de furia popoarelor barbare, așa cum au scăpat meșteșugurile *plugăritului, grădinaritului, gătitului bucatelor, prelucrării fierului și oțelului, pescuitului, navigației* și multe alte asemenea meserii necesare“.

Dacă la aceasta se adaugă ceea ce s-a petrecut în fazele mai târzii ale dezvoltării capitalismului, adică folosirea științei pentru a intensifica munca manuală, pentru a provoca soma-

jul și a purta războaie, este lesne de înțeles creșterea neîncrederii și a dușmăniei muncitorilor față de știință (p. 396). O știință care se dezvoltă în acest fel este o știință limitată, este aproape pseudoștiință, dacă o comparăm cu posibilitățile pe care le are atunci când este o parte valoroasă și înțeleasă a unei mișcări cu adevărat populare.

O înțelegere completă a științei ca instituție este posibilă numai după studierea începuturilor ei în instituțiile mai vechi. Trebuie cercetate de asemenea transformările prin care a trecut știința mai ales în ultimii ani și arătat totodată în ce fel de interacțiune se află ea cu alte instituții și funcții generale ale societății.

1. 2. Metodele științei

Ca instituție, știința este un fenomen social, un corp de oameni legați laolaltă prin anumite relații organizate în scopul îndeplinirii anumitor sarcini în societate. Știința ca metodă, dimpotrivă, face abstracție de acest fenomen. Există pericolul de a o considera ca o formă platonică, ideală, de parcă ar exista o singură cale justă de a dezvălui adevărul asupra naturii și omului, iar sarcina oamenilor de știință ar fi aceea de a găsi această cale și de a o urma. O asemenea concepție absolută este dezmințită de întreaga istorie a științei, cu neîncetata dezvoltare a unei mulțimi de metode noi. Metoda științei nu este ceva definitiv, ci un proces evolutiv. Ea nici nu poate fi analizată în afara relațiilor ei strânse cu caracterul social și în special cu caracterul de clasă al științei. În consecință, metoda științifică, la fel ca știința însăși, nu poate fi definită. Ea se compune dintr-un număr de operații, unele mintale, altele manuale, descoperite în trecut, care au dus la formularea, găsirea, verificarea și folosirea răspunsurilor la problemele generale care prezentau interes și care puteau fi soluționate în etapa respectivă a dezvoltării societății. În trecutul îndepărtat, problemele care puteau căpăta răspunsuri utile făceau parte mai ales din domeniul științelor matematice, ca astronomia și fizica. În toate celelalte domenii nu existau decât rezultate parțiale, dobândite prin experiență și confirmate prin utilitatea lor tehnică. Mai târziu, metoda științifică începe să fie aplicată și în domeniul chimiei și biologiei, unde a suferit anumite modificări, iar acum, în zilele noastre, învățăm s-o aplicăm la problemele sociale.

În prezent, studiul metodei științifice a progresat mult mai încet decât procesul de dezvoltare a științei însăși. Oamenii de știință fac mai întâi o anumită descoperire și abia apoi, de obicei fără succes, meditează asupra modului în care au făcut-o. Din păcate, cele mai multe lucrări despre meto-

dele științei au fost scrise de oameni care, cu toată pregătirea lor filozofică sau chiar matematică, nu sînt oameni de știință experimentatori și, riguros vorbind, nu prea știu despre ce tratează (p. 533 și urm.).

Observația și experimentul

Metodele folosite de oamenii de știință practicieni s-au dezvoltat desprinzîndu-se din totalitatea metodelor folosite în viața de toate zilele, mai ales în îndeletnicirile manuale. Mai întîi omul se uită la ceea ce face, apoi încearcă ceva și vede dacă obține efectul urmărit. Într-un limbaj mai științific, începem prin *observație* și continuăm prin *experiență*. De fapt, oricine, fie că e om de știință sau nu, observă ; dar important este ce anume și cum anume observă. Sub acest raport omul de știință se deosebește de artist. Artistul observă în scopul de a transforma ceea ce vede, cu ajutorul experienței și al simțămintelor sale, în ceva nou, într-o *creație evocatoare*. Omul de știință observă pentru a descoperi lucruri și relații pe cît posibil independent de propriile lui sentimente. Aceasta nu înseamnă că el nu trebuie să aibă un țel conștient. Dimpotrivă, după cum ne arată istoria științei, un obiectiv, adeseori un obiectiv practic, reprezintă o condiție aproape esențială pentru descoperirea de lucruri noi. Aceasta înseamnă că pentru a-și atinge țelul în lumea obiectivă, surdă la cele mai mișcătoare sentimente, dorința trebuie să fie subordonată faptelor și legii.

Clasificare și măsurare

Din observația simplă s-au format cu timpul două procedee tehnice : *clasificarea* și *măsurarea*. Firește, amîndouă sînt mult mai vechi decît știința conștientă, dar astăzi ele sînt procedee specifice ale științei. Clasificarea a devenit prin ea însăși primul pas spre înțelegerea unor noi grupuri de fenomene. Acestea trebuie puse în ordine înainte de a se putea face ceva cu ele. Măsurarea este doar o etapă următoare acestei puneri în ordine. Numărarea înseamnă ordonarea unei mulțimi în raport cu alta, în ultimă instanță în raport cu degetele. Măsurarea reprezintă numărarea elementelor unei mulțimi-etalon raportate la cantitățile care urmează a fi cîntărite sau măsurate. Măsurarea leagă știința, pe de o parte, cu matematicile și, pe de alta, cu activitatea comercială și tehnică. Prin măsurare, numerele și formele pătrund în știință și tot prin măsurare se poate arăta precis ce anume trebuie

făcut pentru a reproduce condițiile date și a obține rezultatul dorit (p. 79, 122).

Aici apare aspectul activ al științei, caracterizat prin cuvântul „experiență”. Cuvântul experiență desemnează, în ultimă instanță, o încercare, iar primele experiențe erau încercări pe scară mare. De îndată ce s-a introdus măsurarea a devenit posibil nu numai să se reproducă exact încercările făcute, ci și să se facă un nou pas, întrucâtva îndrăzneț, în efectuarea de experiențe la o scară mai redusă. Tocmai aceste experiențe la scară redusă constituie principala caracteristică a științei moderne. Cu experiențe la scară redusă se pot efectua în același timp încercări mult mai numeroase și mai puțin costisitoare. Mai mult decât atât, prin folosirea matematicii se pot obține rezultate mult mai prețioase din experiențe numeroase la scară redusă decât din una sau două încercări la scară mare, complexe și costisitoare. Orice experiență se reduce la două operații foarte simple : descompunerea și apoi reconstituirea întregului, sau, în limbaj științific, *analiza* și *sinteza*. Dacă nu descompuneți un obiect sau un proces în părți, nu puteți decât să-l observați ca un întreg nedivizat. Dacă nu reconstituiți părțile într-un întreg, punându-l în stare de acțiune, nu aveți posibilitatea să știți dacă n-ați introdus ceva nou sau dacă n-ați scăpat ceva în analiza pe care ați făcut-o.

Aparatura

Pentru a efectua aceste operații, oamenii de știință au creat de-a lungul veacurilor un întreg complex de instrumente materiale specifice, *aparatura* științifică. În prezent, această aparatură nu reprezintă nimic misterios. Ea constă pur și simplu din uneltele din viața de toate zilele, transformate pentru a servi numai unor scopuri speciale. Creuzetul nu este decât o oală, pensa — un clește. Și, invers, aparatura omului de știință se întoarce adesea în viața de toate zilele sub formă de unelte sau de instrumente folositoare. Pînă de curînd, de exemplu, aparatul modern de televiziune nu era decât un tub cu raze catodice, piesă pur științifică dintr-un aparat destinat să măsoare masa electronului. Aparatele științifice îndeplinesc una dintre următoarele două funcții principale : unele, ca, de exemplu, luneta sau microfonul, îl ajută pe om să capete o percepție senzorială mai pătrunzătoare și mai precisă a lumii reale ; altele, ca, de pildă, micromanipulatoarele, alambicurile sau incubatoarele, sînt folosite pentru a perfecționa, într-un mod controlat, manipularea mecanică a obiectelor din jurul nostru.

Legi, ipoteze și teorii

Cunoașterea științifică în ansamblul ei provine din rezultatele experiențelor, mai bine zis din combinarea operației și a observației care constituie experiențele. Dar ea nu este o simplă înșiruire a unor astfel de rezultate. Dacă ar fi așa, știința ar fi ajuns curînd tot atît de greu de mînuit și de înțeles ca și natura de la care a pornit. Înainte ca aceste rezultate să poată fi de vreun folos, ba în multe cazuri înainte chiar de a fi fost dobîndite, trebuie să le legăm împreună, ca să spunem așa, să le înmănunchem, să le grupăm și să le raportăm unele la altele, ceea ce constituie funcția laturii logice a științei. Argumentele științei, întrebuintarea simbolurilor și a formulelor matematice, iar în fazele mai vechi simpla folosire a denumirilor, au dus la o neîncetată creare a edificiului mai mult sau mai puțin încheiat al *legilor*, *principiilor*, *ipotezelor* și *teoriilor* științifice. Dar aceasta nu este totul; tocmai de aici pornește întotdeauna știința, deoarece din asemenea ipoteze și teorii rezultă *aplicațiile* practice ale științei. Dacă acestea din urmă, la rîndul lor, sînt eficiente — și chiar dacă de cele mai multe ori nu sînt —, ele dau naștere la noi observații, la noi experiențe și la noi teorii. Experiența, interpretarea, aplicația evoluează împreună și, toate la un loc, alcătuiesc osatura efectivă, vie și socială a științei.

Limbajul științei

În procesul observației, experimentării și interpretării logice a apărut *limbajul*, sau, mai bine-zis, limbajurile științei, care, cu timpul, au devenit tot atît de importante ca și aparatura materială. Aceste limbajuri, asemenea aparaturii, nu reprezintă propriu-zis ceva străin, ci provin din vorbirea curentă și adeseori se întorc în ea. Sensul inițial al cuvîntului *kuklos* a fost roată. Acest cuvînt a fost folosit multe veacuri ca un termen abstract pentru exprimarea unor fenomene care se repetă (ciclu), iar astăzi reîntîlnim vechea lui accepție în „bicicletă”. Marele avantaj al folosirii unor cuvinte simple din limbi moarte ca greaca și latina consta în evitarea confuziei cu termenii avînd același sens. Oamenii de știință din Grecia antică au avut marele dezavantaj de a nu dispune în limba greacă de cuvinte potrivite. De aceea ei erau siliți să se exprime prin perifraze într-o limbă simplă, spunînd, de exemplu, că glanda submaxilară reprezintă „umflături în formă de ghindă sub falcă”. Folosirea termenilor greci și latini, deși i-a ajutat pe oamenii de știință să se exprime mai limpede și mai concis, a avut neajunsul de a da naștere la o serie de limbajuri sau jargoane speciale, care în mod efectiv, uneori chiar intenționat, au ținut pe omul de

rînd departe de știință. Această barieră nu este însă de loc necesară. Limbajul științific este prea folositor pentru a-l părăsi, dar el poate să pătrundă și va pătrunde în vorbirea curentă de îndată ce ideile științifice vor deveni auxiliare tot atît de obișnuite în viața de toate zilele ca diferitele mașini de uz casnic pe care ni le oferă știința (p. 909).

Strategia științei

Analiza de mai sus a metodei științifice s-a mărginit pînă acum la ceea ce se poate numi *tactica* progresului științific. Aceasta este în primul rînd o metodă de a rezolva o problemă în așa fel, încît să-ți dea siguranța că soluția obținută este satisfăcătoare. Dar tactica în sine este cu totul insuficientă pentru a explica progresul științei în ansamblu pe o lungă perioadă de timp. Pentru a obține o imagine completă trebuie să vorbim și despre ceea ce corespunde *strategiei* științei. Firește că pentru a progresa nu este neapărat necesar ca știința să aibă o strategie conștientă, și, într-adevăr, la început ea nu s-a călăuzit după scopuri îndepărtate stabilite în mod conștient. Cu toate acestea, după cum vom vedea, calea pe care a înaintat știința n-a fost de loc întîmplătoare și în toate vremurile trebuie să fi acționat ceva asemănător strategiei, de cele mai multe ori în mod inconștient, dar uneori și în mod conștient.

Caracteristica principală a strategiei descoperirilor constă în stabilirea succesiunii problemelor care urmează să fie rezolvate. Într-adevăr, este mult mai greu să sesizezi o problemă decît să-i găsești soluția. Prima operație cere imaginație, a doua numai pricepere. Acesta este sensul definiției științei date de Kosambi : *cunoașterea necesității*. Progresul general al științei este, de fapt, rezultatul strădaniei de a rezolva în primul rînd problemele puse de nevoile economice prezente și numai în al doilea rînd problemele puse de ideile științifice mai vechi. În fiecare moment există o serie de probleme care se pun în mod imperios, ca : dublarea volumului altarului cubic de la Delphi, care a dus la extragerea rădăcinii cubice ; sau găsirea longitudinii, care a dus la descoperirea legilor lui Newton ; sau, în Franța, vindecarea bolii viermilor de mătase, care l-a ajutat pe Pasteur să ajungă la teoria microbilor ca agenți patogeni. În știință există primejdia ca numărul acestor probleme clasice cunoscute să rămînă limitat. Eforturile generațiilor de oameni de știință sînt concentrate în a le rezolva și în a le elabora în continuare.

Tocmai această tendință a ținut știința, în cursul unor perioade lungi din istoria ei, într-un cadru foarte îngust.

Numai dărimînd aceste bariere și găsind noi probleme în viața exterioară, știința pătrunde în domenii noi. Unii dintre cei mai mari oameni de știință din trecut, ca Newton, Darwin și Faraday, și-au propus să găsească și să rezolve probleme conform unui plan al lor propriu. De exemplu, Faraday^{5.32} și-a pus la începutul activității sale problema generală de a găsi legăturile dintre diferitele forțe care acționează în natura fizică — lumina, căldura, electricitatea și magnetismul — și, studiindu-le două cîte două, aproape că și-a îndeplinit în întregime planul (p. 442).

Acum începem să vedem că ceea ce se poate face în mod conștient, deși pe scară redusă, de oameni atît de mari reprezintă o parte importantă în evoluția științei, și astăzi considerăm că este posibil ca știința să fie planificată conștient pe o bază colectivă, iar nu strict individuală. Aici apare problema mai vastă a necesității de a reglementa și îmbina între ele, pe de o parte, problemele puse de cerințele sociale și economice și, pe de altă parte, cele puse de însăși dezvoltarea științei. Dar o asemenea planificare conștientă a științei, datorită avantajelor pe care le oferă în domeniul descoperirilor științifice și al folosirii rezultatelor obținute, va implica un control mult mai mare asupra vieții economice a țării decît cel existent în afara statelor socialiste. Avantajele planificării sînt însă atît de mari în ultimă instanță, încît nici o națiune nu va putea exista în lume fără să folosească știința în mod pozitiv și planificat. În consecință, este probabil ca progresul științei și folosirea ei pe scară tot mai mare în viața socială să pornească în viitor pe o cale mai rațională și mai puțin întîmplătoare decît în trecut.

Privită prin prisma perspectivelor istorice, știința se caracterizează printr-o prelucrare conștientă a experienței dobîndite prin organele senzoriale și motoare ale omului. Ea extinde în mod conștient și social procesul inconștient al învățaturii, comun tuturor animalelor superioare. Un animal poate învăța din experiență; omul, folosind știința, merge mai departe și face experiențe pentru a învăța. În același sens, însăși metoda științifică, cu procesele ei sistematice de comparație, clasificare, generalizare, ipoteză și teorie, este o extindere a mecanismului creierului, care la mamiferele superioare a și ajuns la un grad de dezvoltare atît de mare, încît ele se pot orienta în situații foarte complicate, ca, de exemplu, cele create de o vînătoare. Totuși, deosebirea esențială dintre comportarea acestor animale și realizările științifice ale omului este că acestea din urmă nu sînt atît realizări individuale, cît sociale. Ele se nasc din efortul comun în *muncă* și sînt coordonate cu ajutorul *limbii*.

Lărgirea posibilităților fizice ale omului datorită științei nu este, ca la animale, un proces evolutiv continuu, care are loc aproape automat. Ea apare ca o consecință necesară a transformărilor sociale și poartă pecetea luptelor și a conflictelor interne dintre clasele care apar în mod succesiv. Fără a uita că știința nu poate fi despărțită de societate, n-ar strica să mergem mai departe cu abstractizarea și să analizăm acele trăsături ale științei care o deosebesc de alte aspecte ale activității sociale a omului, cum sînt cele proprii artei sau religiei. Temeiurile principale ale deosebirii dintre activitatea științifică și alte activități sociale constă în faptul că știința se preocupă în primul rînd de modul *cum* se fac lucrurile ; se referă la o masă acumulată de cunoștințe cu privire la fapte și acțiuni ; provine în primul rînd și mai ales din înțelegerea, controlul și transformarea mijloacelor de producție, adică a mijloacelor tehnice menite să satisfacă cerințele oamenilor.

Prima dintre aceste deosebiri poate fi formulată astfel : modul de a acționa al științei este *indicativ*, căci el indică oamenilor cum să realizeze ceea ce doresc să facă. Luat în sine, *modul de a acționa al științei* nu încearcă să trezească în om dorința de a face un lucru și nu altul. Aceasta este o sarcină mai curînd a *modului de a acționa al artei*, care are de asemenea un caracter social, una dintre funcțiile lui fiind de a genera în primul rînd dorința și apoi năzuința spre o anumită acțiune.^{1-2.146} Nici unul dintre aceste moduri de a acționa nu este complet fără celălalt și, de fapt, nici în știință, nici în artă nu poate fi găsit unul fără celălalt. Nici unul dintre ele nu epuizează semnificația artei sau a științei pentru individ. La acestea mai trebuie adăugată o trăsătură caracteristică tuturor formelor de activitate omenească : plăcerea intrinsecă pe care o dă contemplarea sau, mai mult încă, creația unor noi îmbinări de cuvinte, sunete sau culori ori descoperirea unor combinații deja existente în natură. Această plăcere, deși este în primul rînd resimțită individual, nu este în nici un caz un sentiment personal. La fel cum primul interes științific sau artistic are o origine socială, tot așa și contemplarea este un act social, fapt dovedit de dorința — deopotrivă de intensă, atît la artist cît și la omul de știință — de a le uni *.

Fiecare lucrare științifică are un obiectiv și generează un alt obiectiv, dar nu în acest obiectiv rezidă specificul științific al lucrării respective, tot așa cum o lucrare științifică nu este apreciată după frumusețea ei sau după plăcerea pe care o oferă. Aspectul ei pur științific presupune o rețetă : vi se spune cum anume să executați anumite lucruri dacă vreți să le realizați. Pe de altă parte, o operă de artă nu este ceva care pro-

duce doar emoție sau plăcere. Operele de artă conțin informații neprețuite despre lume și modul cum trebuie să trăim în ea, mai ales atunci când — cum este, de exemplu, cazul romanului — se ocupă de probleme sociale.

Stabilind aceste caracteristici abstracte ale științei, există totdeauna primejdia ca abstractul să fie socotit drept ideal, adică drept ceea ce ar putea deveni știința dacă s-ar putea înlătura toate aspectele neesențiale ale moralei sau utilității sociale. Într-adevăr, idealul științei pure — urmărirea adevărului de dragul adevărului — reprezintă afirmarea conștientă a unei poziții sociale care în multe privințe a împiedicat dezvoltarea științei și a ajutat ca ea să încapă pe mâinile unor obscuranțiști și reacționari (p. 137). Nu ar trebui să uităm niciodată că știința nu este completă decât dacă concluziile ei își găsesc o aplicare practică. Știința nu este un domeniu al gândirii pure, ci al gândirii aplicate permanent în practică și întărite neîncetat de practică (p. 876 și urm.). Iată de ce știința nu poate fi studiată separat de tehnică. În istoria științei vom vedea de multe ori cum se nasc din practică noi aspecte ale științei și cum noi realizări ale științei generează noi ramuri de activitate practice. În epoca noastră, profesiunea de inginer este în foarte mare măsură și în mod direct legată de progresul științei. Denumirile diferitelor specialități tehnice din ziua de azi — inginer electrician, inginer chimist, inginer radiofonicist — arată că inițial toate acestea au fost ramuri ale științei care au devenit acum ramuri ale activității practice.

Omul de știință și inginerul

Dar faptul că inginerii au provenit din rîndurile oamenilor de știință, că sînt permanent și strîns legați de aceștia nu înseamnă că cele două profesii pot fi confundate. În realitate, funcția îndeplinită de omul de știință este total diferită de aceea a inginerului. Preocuparea fundamentală a omului de știință este să descopere cum se fac anumite lucruri, iar aceea a inginerului este să le execute. Răspunderea inginerului este mult mai mare în sens practic decât aceea a omului de știință. El nu-și poate îngădui să se bazeze prea mult pe teorii abstracte; el trebuie să se sprijine pe experiența transmisă prin tradiție din trecut, experimentînd totodată idei noi. Într-adevăr, în anumite domenii ale tehnicii, știința joacă și acum un rol secundar față de experiență. Vapoarele de azi, deși abundă în invenții moderne în ce privește motoarele și aparatele lor de dirijare, sînt construite încă de oameni care se bazează pe experiența construirii vapoarelor mai vechi, astfel încît despre construcția vapoarelor se poate spune că a avut o tradiție tehnică neîntreruptă de la prima luntre făcută dintr-un trunchi

de copac scobit și pînă la transatlanticul modern. Forța tradiției în tehnică constă în faptul că ea nu se poate dezvolta niciodată pe căi greșite — dacă a fost eficientă în trecut, este probabil că va fi și în viitor ; iar slăbiciunea ei constă în faptul că nu poate, ca să spunem așa, ieși din făgașul ei. Inginerii pot să aducă îmbunătățiri continue tehnicii, dar transformări substanțiale nu au loc decît în urma intervenției științei. După cum a spus o dată J.J. Thomson, „cercetările în știința aplicată duc la reforme, cercetările în știința pură duc la revoluții”. 6.58-199 În același timp, succesele tehnicii și, mai mult încă, greutățile pe care le întâmpină ea oferă științei un domeniu mereu reînnoit de posibilități și de probleme. Din faptul că funcțiile științei și tehnicii se completează una pe alta reiese că amîndouă trebuie studiate pentru a se putea înțelege pe deplin influența fiecăreia dintre ele asupra societății.

1. 3. Tradiția cumulativă a științei

Pînă acum, discutînd despre știință ca instituție și știință ca metodă, n-am insistat suficient asupra unui aspect care deosebește progresul științific și tehnic de toate celelalte aspecte ale realizărilor sociale. Acest aspect al științei se referă la natura ei cumulativă. Metodele omului de știință i-ar fi de puțin folos acestuia dacă nu ar avea la dispoziție un fond imens de cunoștințe și experiențe acumulate anterior. Probabil că nici una dintre acestea nu este absolut exactă, însă este suficient de corectă pentru ca omul de știință practician să aibă puncte de plecare în munca sa. Știința este un complex de cunoștințe în continuă dezvoltare, clădit pe succesiuni de reflecții și idei, dar și mai mult decît atît pe experiența și acțiunile unui mare număr de gînditori și lucrători. A cunoaște ceea ce este cunoscut nu este destul ; pentru a se putea numi om de știință, omul trebuie să adauge ceva al său, propriu, la fondul general de cunoștințe. Știința în orice moment dat este totalitatea a ceea ce a realizat ea pînă la acea dată. Dar această totalitate nu este statică ; știința reprezintă mult mai mult decît un complex general de fapte, legi și teorii cunoscute. Ea este o descoperire continuă de noi fapte, legi și teorii, criticînd și deseori distrugînd tot atît de mult pe cît clădește. Totuși, întregul edificiu al științei nu încetează niciodată să crească. El se găsește permanent, ca să spunem așa, în reparație ; dar, în același timp, este totdeauna în folosință.

Tocmai această natură cumulativă deosebește știința de alte mari instituții sociale umane ca : religia, dreptul, filosofia și arta. Desigur, acestea au fiecare o istorie și o tra-

diție mult mai veche decât acelea ale științei și în trecut li s-a acordat mult mai mare atenție și respect, dar în principiu ele nu sînt cumulative. Religia își propune păstrarea adevărului „etern“, în timp ce în artă au o mai mare însemnătate realizările individuale decât școala. Pe de altă parte, omul de știință se străduiește neconținut, în mod conștient, să schimbe adevăruri acceptate, iar opera sa este foarte curînd asimilată, depășită și pierdută ca performanță individuală. Nu numai artiștii și poeții, ci popoare întregi privesc, ascultă sau citesc marile opere de artă, muzică și literatură ale trecutului, în original, în reproducere sau în traducere fidelă. Ele sînt, prin mesajul lor, adresate direct omului, întotdeauna vii. Dimpotrivă, numai un mic număr de oameni de știință și de istorici ai științei, și aproape nimeni altcineva, studiază marile opere istorice ale științei. Rezultatele acestor opere sînt incluse în știința curentă, însă originalele sînt înmormîntate. Pentru diferitele scopuri prezintă însemnătate doar relațiile, faptele, legile și teoriile stabilite și nu modul în care au fost descoperite sau prezentate pentru prima oară.¹⁻¹⁷ În afară de aceasta, există o deosebire profundă, de altă natură, între tradiția în știință, mai ales în științele naturii, și tradiția în religie sau în artele libere. Acestea din urmă sînt arbitrare, în sensul că etalonul lor suprem este o revelație sau o judecată, transmisă prin tradiția orală sau scrisă. În măsura în care pretind că ar avea o justificare rațională, țin de logica idealistă. Pe de altă parte, tradițiile științei și, prin urmare, ale tehnicii, din care s-a dezvoltat, sînt tradiții care pot fi verificate direct, prin observații controlabile și reproductibile asupra lumii materiale. Oricît ar fi de veche sau de nouă, orice realizare a științei poate fi supusă verificării cu ajutorul unor anumite materiale și aparate. Criteriul adevărului științei, cum a arătat Bacon cu mult înainte (p. 307), constă în succesul obținut prin aplicarea ei în lumea materială, fie că este vorba de lumea neînsușită, ca în cazul științelor fizice, fie de organisme vii, ca în științele biologice, fie de societatea omenească, ca în științele sociale. Și numai în măsura în care științele sociale au foarte puțină experiență sau chiar de loc, ele nu și-au dobîndit încă statutul unei adevărate științe (p. 709 și urm.). Cînd vorbim despre științe în acest sens, ne referim în mod necesar la acele părți ale cunoașterii omenești care sînt destul de dezvoltate pentru a fi folosite la îmbunătățirea directă a practicii și nu constau numai în descrieri sistematizate ale unor fapte evidente. Este incontestabil că în Grecia antică a existat o biologie și chiar o sociologie, ca și matematica și astronomia; însă în timp ce ultimele două puteau fi folosite pentru sistematizarea

orașelor și precizarea fenomenelor cerești, primele două nu făceau decît să explice oamenilor învățați, într-un mod sistematic, ceea ce era cunoscut oricărui agricultor, pescar sau om politic. O biologie științifică de real folos pentru medicină a apărut abia în secolul al XIX-lea, iar sociologia științifică este abia la începuturile ei.

Etapale prin care a trecut acumularea de cunoștințe științifice și tehnice vor fi descrise, deși nu discutate amănunțit, în capitolele următoare. Aceasta este de fapt sarcina unei istorii a științei, ceea ce această carte nu pretinde să fie ; o astfel de istorie critică a științei care să vorbească nu numai de descoperiri, ci și de cauzele lor, urmează abia să fie scrisă. Aici este suficient să indicăm cîteva dintre principiile generale care au guvernat construirea edificiului științei.

Schema progresului științific și tehnic

Istoria ne arată în primul rînd o anumită succesiune sau ordine în care știința a inclus diferite domenii ale experienței. Această succesiune se prezintă aproximativ astfel : matematica, astronomia, mecanica, fizica, chimia, biologia și sociologia. Istoria tehnicii urmează o ordine complet inversă : organizarea socială, vînatul, domesticirea animalelor, agricultura, olăritul, gătitul bucatelor, confecționarea veșmintelor, metalurgia, vehiculele și navigația, arhitectura, mașinile, motoarele. Cauza acestei ordini este ușor de văzut. Mijloacele tehnice trebuie să apară mai întîi din interesul pe care-l trezește în om mediul înconjurător și numai apoi să treacă treptat la controlul asupra forțelor neînsuflețite. Pe de altă parte, ordinea în care s-a dezvoltat în realitate știința nu este așa ușor de explicat. Ea este numai parțial condiționată de dificultăți de ordin intern. De fapt, după cum arată istoria fiecăreia dintre ele, științele care studiază sferele mai complexe ale naturii, ca biologia și medicina, s-au dezvoltat direct din studiul obiectului lor, cu foarte puțin ajutor și deseori chiar cu multe piedici din partea științelor care studiază domenii mai simple ale naturii, ca mecanica și fizica (p. 333, 472). Succesiunea în timp a științelor este mult mai mult legată de aplicațiile utile posibile în interesul claselor dominante sau al claselor în ascensiune din diferitele epoci. Reglementarea calendarului, la început o funcție a preoților, a dat naștere astronomiei (p. 81) ; necesitățile noii industrii textile — care avea să îmbogățească pe fabricanții în ascensiune din secolul al XVIII-lea — au dat naștere chimiei moderne (p. 375).

Dacă pornim de la căile generale ale progresului în știință la succesiunea diverselor descoperiri apar unele trăsături generale. În fiecare domeniu particular al științei se găsesc lanțuri lungi de descoperiri succesive, ca, de exemplu, acela al electricității în secolul al XVIII-lea (p. 431 și urm.) sau al fizicii atomice în secolul al XX-lea (p. 521 și urm.). De obicei acestea încep și se termină cu descoperiri de importanță hotărâtoare, care deschid noi și vaste direcții în dezvoltarea științei. Astfel de descoperiri se produc de cele mai multe ori prin asocierea unor discipline științifice considerate până atunci distincte, așa cum s-a întâmplat, de exemplu, cu descoperirea accidentală de către Oersted a efectului electricității asupra unui magnet (p. 440) sau cu descoperirea întâmplătoare făcută de Pasteur a naturii asimetrice a moleculelor produse de organisme vii (p. 458), care a legat chimia de bacteriologie. Din fiecare dintre aceste întretăieri ale disciplinelor sau din descoperirile cruciale ale științei s-au desprins, de obicei, două sau trei ramuri noi, fiecare putând continua să se dezvolte ca un nou șir de descoperiri. Astfel întreaga imagine se prezintă ca o infinit de complexă împletire de cercetări și descoperiri asemănătoare celui antic *quipu* peruvian, care transmitea mesaje prin noduri succesive făcute pe frânghii, împletite la rîndul lor într-un nod complicat (p. 881).

Rolul marilor personalități

Pentru progresul științei sînt esențiale atît lanțurile lungi de cercetări, cît și descoperirile cruciale care dau naștere unor noi ramuri ale științei; dar în timp ce primele sînt în cea mai mare parte rodul strădaniilor unui număr de minți sîrguincioase, dar obișnuite, celelalte sînt, de obicei, legate de oamenii mari ai științei. Aceasta a dus la formarea unei păreri potrivit căreia știința și-ar datora existența exclusiv geniului oamenilor mari și că ea ar fi, în consecință, în mare măsură izolată de influența factorilor sociali și economici. Mitul „oamenilor mari” în istoria științei a ținut, într-adevăr, mult mai mult decît în istoria socială și politică. Multe lucrări de istorie a științei nu sînt, de fapt, altceva decît istorisiri despre marii descoperitori, cărora descoperirile epocale ale secretelor naturii le vin printr-un fel de revelații apostolice.

Este adevărat că oamenii mari au avut o înrîurire hotărîtoare asupra progresului științei, însă realizările lor nu pot fi studiate izolat de mediul lor social. Tocmai pentru că acest lucru n-a fost înțeles, s-a găsit de atîtea ori necesar, în explicarea descoperirilor lor, să se recurgă la cuvinte

care „nu spun nimic“ ca „inspirație“ sau „geniu“. În felul acesta, valoarea marilor personalități este doar micșorată și depreciată de cei prea mărginiți sau prea puțin înclinați să se obosească pentru a-i înțelege. Faptul că sînt oameni ai timpului lor, supuși aceluiași influențe rodnice și aceluiași constrîngerii sociale ca și semenii lor, nu face decît să le mărească însemnătatea. Cu cît omul este mai mare, cu atît este mai pătruns de spiritul timpului său; numai astfel poate el să cuprindă destul de larg nevoile epocii sale și să fie în stare să schimbe substanțial sistemul general de cunoaștere și de acțiune.

În nici un domeniu al culturii, și cu atît mai puțin în știință, oamenii mari nu pot să nu se sprijine pe realizările predecesorilor lor. Nici o descoperire care prezintă o însemnătate oarecare nu poate fi făcută fără munca pregătitoare a sute de oameni de știință, de valoare relativ mai mică și lipsiți de imaginație. Aceștia din urmă acumulează, de cele mai multe ori chiar fără să înțeleagă ceea ce fac, datele necesare, pe baza cărora oamenii mari pot lucra. Ființele omeniești luate individual au cele mai variate înclinații. Numai puțini pot să aducă o contribuție în știință, deși în timpurile noastre posibilitatea de a o face stă la îndemîna mai multor oameni decît oricînd înainte, și, probabil, mult mai mulți vor avea această posibilitate în viitorul apropiat. Cei aleși sau cei care se aleg singuri pentru activitatea științifică se deosebesc, pare-se, între ei aproape în toate celelalte privințe. Aceasta dă științei o mare varietate, dar unitatea tot atît de necesară se realizează prin influența pe care, conștient sau inconștient, societatea o exercită asupra ei. Tocmai această unitate a științei, determinată pe plan social, face ca ea să fie considerată un efort colectiv al oamenilor de a înțelege și astfel de a pune stăpînire asupra mediului înconjurător (p. 881).

1. 4. Știința și mijloacele de producție

Toate caracteristicile științei, prezentate în subcapitolele precedente, pot servi pentru a înfățișa știința ca o instituție, ca o metodă, ca o acumulare tot mai mare și mai sistematizată de experiențe. Aceste caracteristici nu pot explica, totuși, prin ele însele nici funcțiile principale ale științei în zilele noastre, nici cauzele datorită cărora știința a apărut, inițial, ca o formă specifică a activității sociale. Această explicație trebuie căutată în rolul pe care știința l-a jucat în trecut și-l joacă și astăzi în fiecare formă a producției. Istoria perfecționării mijloacelor prin care omul domină mediul înconjurător anorganic și organic, așa

cum va fi expusă pe scurt în capitolele următoare, arată că această perfecționare a avut loc în etape, marcate de apariția unei noi tehnici materiale în fiecare etapă. Chiar și astăzi, când dispunem de o terminologie arheologică (propusă pentru prima oară de Thomson în 1836, bazată însă pe tradițiile antichității clasice transmise nouă de Hesiod și Lucrețiu), noi denumim erele trecutului cu numele materialelor folosite atunci: epoca de piatră, epoca bronzului, epoca fierului (ce-i drept „epoca de aur” s-a pierdut). Această înșirare continuă cu epoca mașinii cu abur și cu cea a electricității, iar acum am pășit în epoca atomică.

Materialele în sine nu sînt, totuși, de nici un folos omului; el trebuie să învețe să le modeleze. Chiar materialul inițial a trebuit să fie rupt dintr-un copac spre a face din el o măciucă sau o lance. Primele metode tehnice și apoi știința au apărut tocmai în procesul de selecționare și de modelare a materialelor, astfel încît să poată fi întrebuințate ca unelte pentru satisfacerea principalelor nevoi ale omului. O metodă tehnică este un mod dobîndit individual și însoțit de societate de a face un lucru; știința este un mod de a înțelege cum să faci ceva pentru a-l face mai bine.

Cînd vom examina mai amănunțit, în capitolele următoare, apariția diferitelor științe și etapele dezvoltării lor, va deveni mai limpede că ele au crescut și s-au dezvoltat numai atunci cînd au fost într-un strîns și viu contact cu mecanismul producției.

Istoria științei se remarcă printr-o mare lipsă de uniformitate: mari avînturi de activitate sînt urmate de perioade îndelungate de stagnare, pînă cînd se produce un nou avînt, adeseori în altă țară. Însă locul și timpul de înviorare a activității științifice nu sînt cîtuși de puțin întîmplătoare. Vedem că perioadele ei de înflorire coincid de obicei cu perioade de intensă activitate economică și progres tehnic. Din Egipt și Mesopotamia știința a trecut în Grecia, din Spania musulmană în Italia Renașterii, de aici în Țările de Jos și Franța, iar apoi în Scoția și Anglia revoluției industriale: ea trecea acolo unde se concentrau comerțul și industria. La început, dezvoltarea științei a urmat industria; acum ea tinde s-o ajungă din urmă și s-o conducă, deoarece locul ei în producție este pe deplin înțeles. Știința a pornit de la roată și oală și a creat mașina cu abur și dinamul (p. 416 și urm., 443 și urm.).

În intervalele dintre etapele de avînt ale activității au fost vremuri de acalmie, cîteodată perioade de degenerare, ca acelea ale ultimelor dinastii de faraoni în Egipt sau ultimii ani ai epocii clasice ori începutul secolului al XVIII-lea.

După cum vom vedea, acestea au coincis cu perioade în care organizarea societății era în stagnare sau în declin, astfel că producția urma liniile tradiționale, iar preocupările legate de producție erau considerate înjositoare pentru oamenii culți.

Examinarea legăturii strânse dintre știință și transformările tehnice nu explică prin ea însăși originea și dezvoltarea științei; mai trebuie să cunoaștem și factorii sociali care determină aceste transformări tehnice. Dependența factorilor tehnici de societate este destul de evidentă. Nivelul tehnic al producției din orice perioadă constituie o limită pentru formele posibile de organizare socială. Zadarnic am căuta un mare stat național în epoca de piatră, când strângerea hranei și vînatul limitau celula socială efectivă la un număr de cîteva sute de persoane, care rătăceau pe un vast teritoriu. Și nici civilizația urbană modernă nu putea să apară pînă ce îmbinarea îmbunătățirilor efectuate în agricultură și industrie n-a făcut posibilă întreținerea unei părți mari a populației departe de munca agricolă (p. 371).

Cu toate acestea, transformările din tehnică nu sînt determinate în mod atît de simplu de organizarea socială. Ar fi greșit să ne închipuim că omenirea a acționat în trecut ca o singură unitate intelectuală, căutînd totdeauna să folosească mijloacele existente pentru a da tuturor oamenilor o viață mai bună și urmărind neîncetat să găsească cele mai bune mijloace pentru a extinde stăpînirea omului asupra naturii. De fapt, după cum se va arăta în capitolele ce urmează, de-a lungul celei mai mari părți a istoriei omenirii perfecționările din tehnică au apărut în special sub imboldul avantajelor imediate pe care acestea urmau să le dea anumitor indivizi sau anumitor clase, adeseori în dauna altora, iar uneori chiar pentru distrugerea acestora, ca, de pildă, în perioadele de război, care au stimulat întotdeauna ingeniozitatea. Forma societății depinde, în ultimă analiză, de relațiile dintre oameni în procesul de producție și de repartitie a bunurilor, relații constînd aproape totdeauna în dominația nejustificată a celor bogați asupra celor săraci și uneori în constrîngerea directă, ca în sclavagism.

După cum se va arăta (cap. 12), tocmai *relațiile de producție*, care depind de *mijloacele de producție*, sînt acelea care determină transformările acestor mijloace, dînd astfel impuls științei (p. 754 și urm.). Cînd relațiile de producție se schimbă rapid, ca și atunci cînd o clasă nouă cucerește puterea, există un imbold deosebit pentru perfecționări în producție care să sporească bogăția și puterea acestei clase, iar știința capătă o mare prețuire. De îndată ce această clasă s-a consolidat și este încă destul de puternică pentru

a împiedica ridicarea unui nou rival, apare interesul de a menține ordinea existentă și atunci tehnica rămîne în limitele tradiției, iar știința este desconsiderată. O imagine astfel simplificată nu este, bineînțeles, suficientă ca să explice detaliat dezvoltarea științei. Pentru a descoperi de ce o anumită știință s-a dezvoltat într-un loc sau în altul, într-o perioadă sau în alta, este nevoie de studii mult mai amănunțite; exemple de atare studii vor putea fi găsite, dar numai în linii mari, în capitolele următoare. Este de asemenea necesar să se arate interacțiunea dintre factorii materiali (utilitatea unor mărfuri ca lemnul sau cărbunele), factorii tehnici (nivelul și răspîndirea măiestriei), factorii economici (oferta și cererea de bunuri și brațe de muncă), pentru a explica ascensiunea și declinul științei și, invers, influența ei asupra producției.

Caracterul de clasă al științei la începuturile ei

Deosebirea fundamentală dintre știința ca atare și metodele tehnice generalizate, din care s-a desprins și de care este încă legată, constă în aceea că știința este, în esență, o îndeletnicire a celor pricepuți în a scrie. Ea este formată din ceea ce este consemnat în scris și transmis în cărți și reviste, deosebindu-se prin aceasta de învățarea prin exemple practice, caracteristică meșteșugurilor tradiționale. Știința a fost o ocupație limitată la clasele de sus și la un număr mic de indivizi înzestrați, admiși în sînul acestor clase în schimbul serviciilor lor devotate. Această limitare a avut multiple efecte asupra caracterului științei. Ea a întîrziat dezvoltarea științei prin faptul că a ținut departe de ea marea majoritate a oamenilor realmente înzestrați din toate clasele sociale care ar fi putut să-și aducă contribuția lor (p. 395). În același timp, o asemenea limitare a făcut ca gînditorii și chiar experimentatorii din domeniul științei să aibă prea slabe legături cu meșteșugurile practice, astfel că, cel puțin pînă la revoluția industrială, în ceea ce privește științele naturii nu prea știau despre ce vorbeau. Și nici nu puteau să înțeleagă, deoarece nu simțeau ei înșiși necesitățile practice ale vieții sociale și, ca atare, le lipsea stimulentele pentru folosirea științei în vederea satisfacerii lor.

O astfel de identificare a științei cu clasele guvernante și exploatatoare a insuflat țărănimii și, într-o mai mică măsură, muncitorilor încă din primele timpuri ale împărțirii societății în clase, care s-a produs acum 5 000 de ani o dată cu apariția primelor orașe, o profundă neîncredere față de știință și de ocupațiile intelectuale în general. Oricît de bune au fost intențiile filozofilor filantropi, oamenii nu

puteau să simtă altceva decât că înfăptuirea lor în practică va provoca schimbări care nu vor fi spre binele lor, ci mai curînd îi vor înrobi și mai mult și, poate, îi vor face să nu mai aibă de lucru. Primii oameni de știință erau priviți ca vrăjitori în stare să provoace cele mai mari nenorociri, și această atitudine a dăinuit pînă în ultima etapă a perioadei clasice, cînd popoarele, deseori aliate cu religia, erau ațîțate, uneori pînă la folosirea violenței, împotriva filozofilor, a căror activitate era identificată, nu fără oarecare justificare, cu interesele claselor de sus (p. 167) ale detestatului Imperiu roman. În evul mediu, știința a fost numai tolerată, și chiar după renașterea ei s-a putut constata aceeași reacție populară la distrugătorii de mașini din timpul revoluției industriale. Și astăzi o putem vedea în reacțiile față de ultimul triumf al științei, bomba atomică. Disprețul și aroganța cercurilor culte îmbinate cu neîncrederea și ostilitatea claselor de jos au constituit de-a lungul întregului drum al civilizației o piedică însemnată în dezvoltarea liberă a științei. Prin aceasta s-a ajuns la o colaborare invidioasă și lipsită de bunăvoință în locul unui schimb liber și activ de cunoștințe practice și teoretice, care este în măsură, așa cum începe s-o dovedească acum experiența țărilor socialiste, să accelereze considerabil ritmul progresului tehnic și științific.

Această observație se referă numai la caracterul de clasă al separării teoriei de practică și nu înseamnă de loc o subapreciere a funcției de cunoaștere îndeplinite de știința aflată în progres. Faptul că știința s-a găsit în mîinile unor persoane care știau să scrie, să socotească și să argumenteze într-o formă riguros stabilită a fost în anumite perioade de o valoare neprețuită pentru dezvoltarea ei. Natura, ca un întreg luat în totalitatea lui și în întreaga lui complexitate, este un subiect greu de tratat în cuvinte simple. Miturile și ritualurile, care tind să justifice procedee practice a căror utilitate este cunoscută, reprezintă tot ce pot să ofere astfel de reflecții ale unor oameni fără știință de carte. Chiar și știința formală, la începuturile ei, cum a fost în Grecia antică, a reprezentat doar ceva mai mult decât o mitologie raționalizată (p. 119). Însă despre anumite părți ale experienței, cum sînt mișcările și forțele simple, se poate discuta din punct de vedere formal și cantitativ. Marinarii au știut foarte bine cum să se servească de pîrghii și negustorii — de balanțe cu multe secole înainte ca Arhimede să fi descoperit legea formală a pîrghiei; însă legea sa a făcut posibilă noi invenții mecanice, care nu le-ar fi trecut niciodată prin minte practicienilor. Mai mult, aceasta a reprezentat un pas înainte, și încă unul foarte important, în construirea mai tîrziu a unor generalizări în mecanică și fizică, în timpul lui Galilei și

Newton. Etapă cu etapă, metodele raționale încetează a mai fi descrieri făcute într-o limbă savantă, pentru a menține prestigiul omului de știință, și devin mijloace de generalizare și de extindere a stăpînirii practice a naturii, mai întîi în domeniul chimiei și biologiei, iar apoi și în cel social.

Cu toate acestea, așa cum se va arăta mai tîrziu (p. 871 și urm.), perioadele cele mai importante și mai rodnice ale progresului științific au fost acelea în care bariera de clasă a fost cel puțin parțial înlăturată, iar practicienii și oamenii de știință au fost puși în condiții de egalitate. Aceasta a fost situația în Italia de la începutul Renașterii, în Franța din epoca Marii Revoluții, în America la sfîrșitul secolului al XIX-lea și, într-un sens diferit și mai complet, aceasta este situația în noile republici socialiste de astăzi.

Tocmai datorită caracterului universal al științei, dependența ei de clasele sociale a devenit un fenomen care nu se mai observă, iar orice referire la acest fapt în cercurile științifice dă naștere celei mai mari uimiri. Aceste cercuri consideră că tradițiile științei sînt ceva de sine stătător, absolut izolat de orice considerente economice și politice. Aceasta înseamnă că condiționarea socială, și în mod special cea de clasă, a tradițiilor în știință, a căror existență se vede dacă urmărim istoria acesteia, este implicită și nu se arată la suprafață. În epoca noastră, pentru prima dată, însăși știința este supusă analizei pe baza caracterului ei de clasă. În mare măsură, această analiză a fost grosolană și greșit orientată, confundîndu-se realizările științei cu teoriile generale construite pe baza lor; totuși analiza trebuie continuată și precizată pentru a duce în cele din urmă la o înțelegere mult mai profundă a științei și societății.

1. 5. Științele naturii ca sursă de idei

Deși utilizarea practică a științei reprezintă o sursă inepuizabilă a progresului științific și o garanție a valabilității ei, progresul științei reprezintă ceva mai mult decît îmbunătățirea continuă a tehnicii. O parte tot atît de esențială a științei este cadrul teoretic care leagă între ele realizările practice ale științei și le dă o coerență intelectuală mereu crescîndă. În trecut, și chiar în zilele noastre, istoria științei a fost deseori scrisă ca și cum ar fi istoria unui edificiu ideal al adevărului. O astfel de istorie nu poate fi scrisă decît nesocotind toate componentele sociale și materiale ale științei și reducînd-o astfel la un nonsens artificial, așa cum s-a mai spus și cum se va demonstra pe deplin în cuprinsul acestei cărți.

Pe de altă parte, ar fi la fel de stupidă și încercarea de a nu ține de loc seama de teorie; teoria trebuie să joace și,

În ultimul timp, joacă în știință un rol extrem de important și tot mai pozitiv. Într-adevăr, de-a lungul unor perioade îndelungate, orientarea principală a activității științifice a fost determinată de necesitatea de a confirma sau, și mai adesea, de a infirma anumite teorii; așa s-a desfășurat, de exemplu, dezvoltarea biologiei la sfârșitul secolului al XIX-lea, când ea a demonstrat justetea teoriei evoluției a lui Darwin (p. 614); sau dezvoltarea mecanicii în secolul al XVII-lea, când ea a infirmat fizica lui Aristotel (p. 295 și urm.). Există, totuși, un pericol intrinsec în dezvoltarea unor astfel de domenii autonome și apropiate ale activității științifice. Deși inițial s-au născut din practică, ele tind din ce în ce mai mult să se rupă de ea și să piardă orice orientare rațională. În trecut, ele decădeau de obicei din cauza pedanteriei savanților, cum s-a întâmplat cu mecanica lui Newton în secolul al XIX-lea (p. 385), sau erau readuse la viață numai printr-un nou contact cu practica, cum s-a întâmplat cu electricitatea la sfârșitul secolului al XVIII-lea, prin descoperirea pilei galvanice (p. 438).

În mod convențional, legile și teoriile științei sînt înfățișate ca deducții logice și chiar logice din fapte stabilite experimental. Dacă s-ar fi stăruit cu toată strictețea în această limitare, este îndoielnic că știința ar fi existat vreodată. Legile, ipotezele, teoriile științei au o importanță mai mare decît faptele obiective pe care pretind să le explice. Multe dintre ele reflectă cu necesitate, în mare măsură, atmosfera intelectuală neștiințifică generală a timpului, care în mod inevitabil influențează activitatea oricărui om de știință. Drept urmare, fenomenele naturii și meșteșugurile manuale sînt interpretate din punct de vedere social, politic sau religios. Astfel, după cum vom vedea, teoria inerției a lui Newton s-a născut din interpretarea rațională a religiei, predominantă atunci, iar teoria selecției naturale a lui Darwin din concepția îndeobște răspîndită a justificării liberei concurențe ca fiind naturală.

Uneori aceste forme de gîndire pot duce la realizări științifice valabile, verificate în practică. Deseori, mai ales atunci cînd ajung să fie în general acceptate, legile și teoriile științifice reprezintă obstacole în calea descoperirilor științifice. Cea mai mare greutate în descoperirile științifice constă nu atît în a face observațiile necesare, cît în a rupe cu ideile tradiționale în interpretarea lor. Din vremea în care Copernic a dovedit mișcarea pămîntului, iar Harvey circulația sîngelui și pînă cînd Einstein a desființat vechea teorie despre eter, iar Planck a postulat cuanta de acțiune, lupta adevărată în știință s-a dus în mai mică măsură pentru a răsturna ideile

statornicite, deși acestea din urmă, la timpul lor, au contribuit la progresul științei. Cu toate acestea, progresul științei depinde de existența unei imagini tradiționale continue sau a unui model valabil al universului, verificabil în parte, dar și parțial mitic, unde verificările sînt înșelătoare sau în general imposibile. Pe de altă parte, este deopotrivă de important ca această tradiție — alcătuită, așa cum este (și trebuie să fie întotdeauna), din elemente luate atît din știință, cît și din societate — să fie din cînd în cînd, și deseori în mod violent, sfărîmată și refăcută, în lumina noii experiențe dobîndite în lumea materială și socială.

În momentul de față trecem printr-o astfel de perioadă. Rolul tot mai important pe care știința îl joacă în economia țărilor puternic industrializate a coincis, și nicidecum întîmplător, cu dobîndirea unei mai profunde și mai largi înțelegeri a fenomenelor naturale, în cadrul căreia o însemnătate excepțională prezintă descoperirea structurii atomului și a proceselor chimice din organismele vii. Aceasta a supus teoriile științifice unor cerințe mari din care a rezultat apariția într-o succesiune rapidă a unor teorii absolut noi, ca aceea a relativității și a mecanicii cuantice (p. 530 și urm.).

În același timp și în mare măsură datorită acelorasi factori, s-au produs rapide transformări politice și economice, care au început în Uniunea Sovietică și se extind acum în restul lumii și în care se manifestă o atitudine radical diferită față de relațiile dintre știință și societate în practică. Aceasta a avut, inevitabil, un efect profund asupra teoriei științifice, care este supusă astăzi unei analize critice în lumina filozofiei marxiste. Această problemă va fi analizată mai amănunțit într-un capitol următor (p. 839). N-a mai existat niciodată o perioadă cînd, în urma îmbinării influențelor dinăuntru și din afara științei, bazele teoretice ale științei să fie atît de mult discutate sub toate aspectele ca astăzi.

Materialism și idealism

Caracterul general al controverselor teoretice înăuntru științei nu este totuși nou. Din studiul istoriei științei reiese cu claritate că încă de la începuturile științei s-a dus o luptă — uneori latentă, alteori activă — între cele două principale tendințe opuse: una formală și idealistă, cealaltă practică și materialistă.

Vom vedea că această contradicție a dominat în filozofia greacă, dar ea trebuie să fi apărut cu mult înainte, poate chiar de la formarea societății împărțite în clase, deoarece

afinitățile sociale generale ale celor două părți în conflict n-au fost puse niciodată la îndoială.

Adepții concepției idealiste asupra lumii sînt partizanii „ordinii”, aristocrației și religiei oficiale ; apărătorul cel mai fervent al idealismului este Platon. Obiectivul științei din punctul de vedere al idealismului este să explice de ce lucrurile sînt așa cum sînt și cît de imposibil și de lipsit de pietate este să dorești să schimbi esența lor. După părerea lui Platon, singurul lucru necesar constă în înlăturarea cîtorva imperfecțiuni, cum ar fi democrația, întrucît temeinicia statului depinde de grija guvernanților, „oamenii de aur”. Deoarece avantajele acestei stări de lucruri ar putea să nu fie înțelese dintr-o dată de păturile de jos, este necesar să li se dovedească acestora caracterul iluzoriu al lumii materiale și, în consecință, irealitatea oricărui rău din ea (p. 125). În această lume închipuită, schimbarea reprezintă un rău ; ceea ce este ideal, bun, adevărat și frumos este veșnic și mai presus de orice îndoială ; dar întrucît acestea nu sînt precumpănitoare pe Pămînt, ele trebuie căutate într-un cer perfect. Această concepție a avut o influență profundă asupra dezvoltării științei, mai ales asupra astronomiei și fizicii (p. 138), și chiar astăzi, în forme mai cizelate și mai subtile, există din nou o tendință puternică de a o impune științei (p. 533, 537).

Concepția materialistă, în parte din cauza caracterului ei practic și, mai mult încă, din cauza esenței sale revoluționare, n-a găsit, secole întregi, prea mult sprijin în cercurile culte și rareori a făcut parte din filozofia oficială (p. 127). O expresie a ei supraviețuiește totuși în poemul epicurian al lui Lucrețiu, „Despre natura lucrurilor”, care dovedește atît forța ei, cît și primejdia pe care o prezintă pentru ordinea stabilită. Această concepție este, în esență, o filozofie ce studiază obiectele și mișcările lor, o explicare a naturii și a societății pornind de la particular la general și nu invers. Ea subliniază inepuizabila constanță a lumii materiale în veșnică mișcare și puterea omului de a o transforma studiind legile ei. Materialiștii din epocile clasice nu puteau merge mai departe, după cum vom vedea, din cauza ruperii lor de meșteșugurile manuale ; așa cum mai tîrziu n-a putut să meargă mai departe nici Francis Bacon, marele gînditor care a dat o nouă formulare materialismului. La un moment dat în cursul revoluției industriale din Anglia, știința a devenit materialistă în practică, deși din motive politice și religioase continua să plătească un oarecare tribut idealismului. Pîna la mijlocul secolului al XIX-lea, materialismul a rămas imperfect din punct de vedere filozofic, deoarece nu era legat de societate și de transformările ei, astfel că nu putea să aducă vreo explicație a fenomenelor politice și re-

ligioase. Extinderea și transformarea materialismului astfel încât să ofere și o explicare a fenomenelor politice și religioase au fost opera lui Marx și a discipolilor săi.^{1.27} Materialismul nou, dialectic, care și-a demonstrat mai întâi eficiența în domeniul economic și politic, abia acum începe să pătrundă în sfera științelor naturii.

Lupta dintre curentul idealist și cel materialist în știință a constituit în permanență, chiar din primele timpuri, o trăsătură caracteristică a istoriei ei. Idealismul lui Platon reprezintă, într-un anumit sens, un răspuns la materialismul lui Democrit, întemeietorul teoriei atomiste (p. 127). În evul mediu, Roger Bacon a atacat filozofia dominantă platonică-aristotelică, propovăduind o știință care să aibă o utilitate practică (p. 226), și a fost închis din cauza ideilor sale. În marea luptă a Renașterii pentru crearea științei experimentale moderne, dușmanul cel mai înverșunat a fost filozofia aristotelică formalistă, sprijinită de biserică. Aceeași opoziție a existat în secolul trecut, în lupta dintre știință și religie, cu privire la teoria darvinistă a evoluției.

Însuși faptul că această luptă a continuat fără întrerupere, cu toate victoriile succesive repurtate de știința materialistă, dovedește că, în esență, aceasta nu este o luptă filozofică sau științifică, ci o reflectare în sfera științei a luptei politice. În fiecare etapă, filozofia idealistă a fost invocată pentru a susține că nemulțumirile sînt iluzorii și pentru a justifica o stare de lucruri existentă. În fiecare etapă, filozofia materialistă s-a sprijinit pe experiența practică, luată din realitate, și pe necesitatea transformărilor.

1. 6. Interacțiunea dintre știință și societate

Cu aceasta se încheie prima examinare concisă a aspectelor generale ale științei ca instituție, metodă și tradiție cumulativă, precum și descrierea legăturilor ei cu forțele de producție și cu gândirea în ansamblu. Acum se poate vedea că în cadrul obiectivelor acestei cărți nu se impune o definiție a ceea ce se înțelege prin știință. În același timp ar fi prea mult dacă i-am cere cititorului să accepte concluziile prezentate și cele care se pot deduce din aceste secțiuni fără a aduce și alte argumente; această funcție urmează s-o îndeplinească restul cărții. Într-adevăr, numai printr-o prezentare suficient de amănunțită a interacțiunii dintre știință și societate de-a lungul istoriei putem începe să înțelegem ce înseamnă știința și care va fi viitorul ei.

De fapt, știința și societatea acționează una asupra celeilalte pe foarte multe căi și tendința de a se insista asupra uneia sau alteia dintre aceste căi a fost cauza multora dintre contro-

versele recente privind interacțiunea lor. Se obișnuiește să se înceapă cu influența științei asupra societății: se amintește una dintre descoperirile hotărâtoare, ca aceea a undelor electromagnetice, care au fost mai întâi prevăzute în mod teoretic, apoi detectate în laboratoarele științifice, după aceea experimentate pe scară industrială și, în sfârșit, sub forma radioului au pătruns în viața de toate zilele. Aceasta nu este însă singura și nici măcar principala cale în care știința se dezvoltă și influențează societatea. Mult mai des se întâmplă ca un om de știință să observe rezultate bune sau proaste din aplicarea vreunui procedeu practic. Fie în mod dezinteresat, fie — ceea ce se întâmplă mai des — cu intenția de a-i aduce o îmbunătățire, omul de știință cercetează un aparat și descoperă nu neapărat cum să-l facă să funcționeze bine, ci cu totul altceva. El poate astfel să creeze o nouă ramură a științei, așa cum au fost puse bazele termodinamicii pornind de la un studiu al mașinii cu abur⁵⁻³ (p.421). Important este faptul că experiența practică obișnuită constituie, ca să spunem așa, un magnet pentru interesul științific, iar progresul științei poate fi urmărit în succesiva transformare a domeniilor de interes general economic și tehnic.

Această carte nu are pretenția să fie o istorie a științei, tema ei fiind, în esență, interacțiunea dintre știință și societate. Dacă are vreo abatere de la tema propusă, aceasta se manifestă în direcția influenței științei asupra istoriei și nu a istoriei asupra științei, subiect asupra căruia s-a scris până acum destul de mult.^{3-1 : 4-1} Dar influența științei asupra istoriei a fost în trecut în mare măsură nesocotită sau, în cel mai bun caz, tratată formal sau eronat, deoarece istoricii de profesie nu aveau, în cea mai mare parte, calificarea necesară pentru a aprecia sau chiar a observa contribuția și influența științei asupra istoriei; pe de altă parte, cei care se ocupau de istoria științei erau prea puțin preocupați de consecințele istorice mai largi ale dezvoltării cunoștințelor despre natură. În istoriile oficiale a existat tendința de a prezenta în fiecare perioadă istorică *situația științei* împreună cu aceea a literaturii și artei, ca un fel de appendice cultural la expunerea politică sau, în ultimul timp, într-o anumită măsură la cea economică. Or, este necesară o discuție asupra contribuției aduse de știință în tehnică și în gândire, care ar trebui să-și găsească locul în expunerea însăși. Dacă aceasta nu se face, caracterul esențial *istoric*, adică elementul progresului și al nerepetării, dispare din expunerea istoriei. Ne rămîne în schimb o apreciere asupra relațiilor dintre persoane și asupra relațiilor dintre diferite instituții aparținând societății respective, fără nici un fel de explicație cu privire la motivele pentru care acestea nu s-au repetat, cu variații,

la infinit. Intrucît tendințele vădit progresiste de fapt nu pot fi ascunse, istoricii care nu se situează pe poziții științifice se văd siliți sau să refuze net a le găsi explicația, sau să caute o explicație mistică fie cu ajutorul providenței divine, fie cu al unei presupuse legi a ascensiunii și declinului civilizației, de genul celei propuse de Spengler sau Toynbee. Numai în lumina științei putem începe să înțelegem etapele ireversibile, generatoare ale noului, avînd caracter istoric.

După cum s-a mai arătat și se va vedea mai amănunțit în capitolele următoare, știința influențează istoria pe două căi principale: în primul rînd, prin schimbările pe care le aduce în metodele de producție; în al doilea rînd, prin înrîurirea mai directă, însă mult mai puțin hotărîtoare, pe care descoperirile și teoriile ei o au asupra ideologiei epocii respective. Prima dintre aceste două căi este aceea care a dus la apariția științei desprinse din tehnică, pe de o parte, și din religie, pe de altă parte. O dată ce s-a găsit mijlocul, chiar într-o sferă limitată, de a se îmbunătăți tehnica prin folosirea gîndirii organizate, dirijată de logică și verificată de experiență, s-a deschis calea unei nesfîrșite influențe a științei asupra metodelor de producție. La rîndul lor, acestea influențează relațiile de producție și astfel au o influență imensă asupra dezvoltării economice și politice.

Cealaltă influență a științei, efectuată prin ideile ei, s-a manifestat cel puțin tot atît de puternic. Odată formulate, ideile științifice intră în tezaurul comun al gîndirii omenesci. Marile revoluții în concepția omului cu privire la univers, la locul și la menirea lui în lume, care s-au produs în antichitate, în cursul Renașterii și pînă în timpurile moderne, au fost în mare măsură stîrnite de știință. Noul domeniu al legilor simple ale naturii, descoperite de Galilei și Newton, aveau să justifice în același timp o cotitură spre deismul simplu în religie, spre principiul *laissez-faire* în economie și spre liberalism în politică. Selecția naturală a lui Darwin, cu toate că își trăgea originea dintr-o astfel de ideologie liberală, avea să fie folosită, la rîndul ei, pentru a justifica exploatarea sălbatică și subjugarea rasială sub steagul supraviețuirii celui mai bine adaptat. Contrar unei asemenea concepții, o înțelegere mai profundă a evoluției avea să arate mijlocul prin care omul în cadrul societății poate depăși limitele biologice ale evoluției animale și înfăptui o evoluție socială, conștient orientată, cu perspective mult mai cuprinzătoare (p. 779 și urm.).

Intr-un chip mai puțin vădit influențează cunoașterea și metoda științifică nivelul din ce în ce mai dezvoltat al întregului sistem al gîndirii, al formelor culturii și al politicii. Știința devine acum o mare instituție a omenirii, deosebită,

deși strâns legată, de toate instituțiile omenеști mai vechi. Ea se deosebește de acestea numai prin faptul că, fiind mai nouă, tot se mai află în faza ei de creștere activă, iar poziția ei în raport cu restul societății nu este încă stabilă. Știința mai are de parcurs o cale lungă pentru a face să se simtă întreaga ei pondere în problemele omenirii.

În cea mai mare parte a acestei cărți se va pune accent mai mult pe științele naturii decît pe cele sociale, în afară de cele două capitole (12 și 13) consacrate în întregime științelor sociale. Aceasta deoarece, pînă în ultimul timp, și de cînd își exercită influența marxismul, discuția despre relațiile oamenilor în societate — de fapt unul dintre cele mai vechi domenii ale cunoașterii omenеști — nu izbutise să depășească cadrul concepției magice și religioase. După cum vom vedea (p. 702 și urm.), în timpurile și mai recente, științele sociale în curs de dezvoltare au fost reduse aproape la neputință din teamă că ar putea fi folosite în scopul analizării și schimbării bazei economice și politice a capitalismului. Aceasta este, în parte, cauza care a făcut ca transformările sociale provocate de influența științelor naturii asupra modului de producție să nu poată fi totdeauna nici prevăzute și nici înțelese și să aibă adeseori, cum mai au încă, rezultate dezastruoase. Numai prin îmbinarea unei adevărate științe sociale cu științele naturii se va putea asigura un control social satisfăcător și progresist asupra activității sociale.

Omenirea a avut în toate vremurile o *mare tradiție*, conținînd bazele a tot ceea ce s-a considerat a fi, în diferite timpuri, credință adevărată și acțiune justă. Această tradiție, încă din vremea în care poate fi recunoscută desprinzîndu-se din trecutul întunecat al preistoriei, este în esență unică, deși putem deosebi ramuri parțial independente în țările mediteraneene, în India și în China. Creșterea și transformarea acestei mari tradiții nu poate fi înțeleasă fără știință, dar tot astfel știința nu poate fi înțeleasă decît dacă este privită ca o parte naturală a tradiției comune.

Paginile care urmează reprezintă o încercare de a ilustra, prin analiza diferitelor perioade și ramuri ale științei, locul general pe care-l ocupă știința în istoria culturii. În conformitate cu planul expus în prefață, cartea va urmări, într-un cadru din ce în ce mai larg și în mod tot mai amănunțit, întreaga cale parcursă de știință de la apariția ei și pînă în ziua de astăzi. Pe măsură ce se va desfășura expunerea, va fi mai ușor să se înțeleagă relațiile dintre știință și societate, care au fost expuse în acest capitol într-o formă concisă și abstractă, și să se vadă cum se desprind ele în chip firesc din însăși experiența istoriei omenirii.

PARTEA A II-a

ȘTIINȚA ÎN LUMEA ANTICĂ

INTRODUCERE

Pentru a putea înțelege știința așa cum o cunoaștem astăzi — o instituție socială cu tradițiile ei proprii și cu metode caracteristice proprii — este necesar în primul rând să cercetăm izvoarele ei. Studiul originii științei prezintă însă o dublă problemă. Mai întâi există dificultatea, inerentă tuturor studiilor cu privire la origine, că, pe măsură ce ne îndepărtăm mai mult în trecut și ajungem la perioadele critice în care s-au făcut inovațiile fundamentale, devine tot mai greu să descoperim ce s-a întâmplat în realitate. Dar, în cazul științei, există o greutate în plus, datorită faptului că la început știința nu apare într-o formă în care să poată fi recunoscută, ci trebuie să fie desprinsă în mod treptat din aspecte mai generale ale vieții culturale din epoca respectivă. Sursele ei ascunse trebuie căutate în istoria îndeletnicirilor și a instituțiilor omenești.

Deoarece trăsătura esențială a științelor naturii constă în preocuparea de a mânui eficient și de a transforma materia, izvorul principal al științei își are originea în metodele folosite în viața practică de omul primitiv, metode care trebuiau să fie arătate și imitate, nu învățate pe de rost. Forma de exprimare a științei a fost la început orală și doar mai târziu scrisă, astfel că ideile și teoriile științei își au originea în viața socială, provenind inițial din magie, apoi din religie și mai târziu din filozofie.

Influența culturii antice se face simțită în cultura modernă printr-un șir neîntrerupt de tradiții, din care numai ultima parte este o tradiție scrisă. Întreaga noastră civilizație complexă, bazată pe mecanizare și știință, s-a format din teh-

nica materială și din instituțiile sociale ale unui trecut îndepărtat, cu alte cuvinte din îndeletnicirile și din obiceiurile strămoșilor noștri ; studierea acestor îndeletniciri și obiceiuri este sarcina istoricilor și a colegilor lor : arheologi, antropologi și filologi. În munca lor ei trebuie să pornească de la materialele și izvoarele scrise ale trecutului, precum și de la analiza obiceiurilor și a limbilor contemporane ale popoarelor primitive și civilizate.

Dar, pentru aceste prime perioade ale istoriei, faptele sînt fragmentare, insuficient studiate și greu de reconstituit. Cea mai mare parte sînt accesibile numai experților din diferite domenii de specialitate, care, de obicei, sînt preocupați de stabilirea succesiunii și interacțiunii corecte dintre diferitele culturi și rareori se interesează de problemele cercetării originii și influențelor diferitelor științe. Deoarece eu nu sînt nici istoric și nici teoretician, ci un om de știință practician, considerațiile mele nu pot fi decît provizorii și expuse criticilor. Dar tocmai printr-o astfel de critică și prin cercetările la care ar trebui să ducă s-ar putea alcătui o imagine încheagată și fundamentată.

Desigur că s-ar fi putut renunța cu totul la o discuție cu privire la cele mai vechi perioade ale istoriei. S-ar putea scrie și fără aceasta o expunere perfect inteligibilă asupra științei moderne și chiar asupra celei medievale. Un astfel de procedeu ar putea însă duce la concluzii greșite. Ar putea fi considerate ca de la sine înțelese sau ca arbitrare multe lucruri care de fapt au fost rezultatul unor anumiți factori științifici și sociali care au acționat în antichitate. De exemplu, marea discuție asupra revoluției sferelor cerești, care a marcat începuturile științei moderne, n-ar putea fi înțeleasă fără cunoașterea originii mitologice-cosmologice a acestor sfere, care datează încă din primele faze ale culturii mesopotamice (p. 83).

În această parte, voi încerca să schițez în linii generale o expunere privind crearea și diferențierea științei în legătură cu primele stadii de dezvoltare a societăților omenești. Intervalul istoric de care ne ocupăm cuprinde două etape mai importante, despărțite printr-un eveniment culminant : descoperirea agriculturii. Prima etapă corespunde epocii pietrei cioplite (paleoliticul inferior și superior), în care omul se ocupa cu strîngerea hranei și cu vînătoarea. A doua etapă cuprinde perioadele așezărilor agricole primitive (neoliticul), aceea a primei culturi a orașelor și a culturilor riverane din Egipt, Mesopotamia, India și China (epoca bronzului) ; și, în sfîrșit, aceea a orașelor-state independente, bazate pe comerț (epoca fierului), incluzînd civilizațiile clasice ale Greciei și Romei. Ținînd seama de obiectivele acestei cărți, este util ca această ultimă perioadă să fie tratată separat, pe de o parte pentru

ca ne este multă mai bine cunoscută din izvoare scrise și, mai ales, pentru că tradiția ei a trecut direct în aceea a științei moderne. În consecință, partea a II-a va fi împărțită în trei capitole : epoca paleolitică, cap. 2 ; epoca neolitică și a bronzului, cap. 3 ; epoca fierului și clasică, cap. 4.

În fiecare dintre aceste perioade, oamenii și-au adus contribuția la dezvoltarea tehnicii și a ideilor, care reprezintă baza necesară a științei. În epoca paleolitică s-au creat toate metodele mai importante de mînuire și modelare manuală a materialelor, inclusiv folosirea focului, au fost acumulate cunoștințe practice despre zonele de răspîndire și particularitățile animalelor și plantelor naturii sălbatice și tot atunci s-a ajuns la fundamentale descoperiri sociale : orînduirea gentilică, limba, ritualul, muzica, pictura. Cultura rurală din perioada neolitică a dat, pe lîngă agricultură, țesut și olărie, și invenții sociale : desenul simbolic și religia organizată. Epoca bronzului le-a adăugat metalele, arhitectura, roata olarului și alte dispozitive mecanice ; de o și mai mare importanță a fost introducerea remarcabilei invenții sociale a orașului. Atunci au apărut cuvinte ca *civis*, de la care provine *civilizația*, și *polis*, de la care provine *politica*. Orașul a fost acela care a făcut posibil progresul tehnic și, o dată cu acesta, un întreg complex de descoperiri spirituale, economice și politice : numerele, scrierea, comerțul, aflate la baza unui sistem de clasă nou apărut și al unei guvernări organizate. Apare știința conștientă, iar disciplinele distincte — astronomia, medicina și chimia —, și-au dobîndit primele lor tradiții.

Epoca fierului n-a produs o transformare remarcabilă în tehnica materială, deși i-a adăugat sticla, precum și unelte și mașini îmbunătățite. Contribuția ei principală a constatat în faptul că a extins într-o mare măsură civilizația prin folosirea noului metal ieftin, fierul ; iar descoperirile sociale — alfabetul, banii, politica și filozofia — au pregătit terenul pentru dezvoltarea și extinderea rapidă a tehnicii și științei. Tocmai în această perioadă grecii s-au unit și, întemeindu-se pe experiența tehnică a imperiilor mai vechi, au creat prima știință pe deplin rațională, care are o legătură directă și indisolubilă cu știința noastră. Perioada clasică a fost însă și o perioadă de războaie și de conflicte sociale, de sclavie și asuprire. Expresia ei finală, Imperiul roman, a dat foarte puțin științei, deși a înregistrat mari progrese în domeniul lucrărilor publice și al legislației. Datorită contradicțiilor sale inerente, el a decăzut treptat din punct de vedere politic și spiritual, iar o dată cu căderea lui știința antichității clasice a intrat în eclipsă, cu toate că ramuri paralele ale științei au continuat să înflorească în Persia, India și China și să pregătească terenul pentru un nou progres.

CAPITOLUL 2

PRIMELE SOCIETĂȚI OMENEȘTI. EPOCA VECHE A PIETREI

2. 1. Originea societății

Pentru a găsi primele izvoare ale științei trebuie să cercetăm perioada care a precedat despărțirea efectivă a aspectelor tehnice și ideologice ale culturii omenești, adică să cercetăm însăși originea omenirii. Prima trăsătură și cea mai importantă care deosebește ființele omenești de animale constă în faptul că ele au format societăți permanente cu o cultură materială care completa facultățile înnăscute ale trupurilor lor goale.

Astfel de *societăți* trebuie să fi avut, spre deosebire de turmele de animale, metode mai bune de a obține hrană și de a se apăra decât acelea la care puteau ajunge indivizi izolați, precum și mijloace de a păstra și de a transmite aceste metode sub forma unei tradiții continue. De la strămoșii lor pitecantropi, oamenii primitivi moșteniseră însușirile esențiale trupești și mintale care le-au permis să vadă, să *apuce*, și să *mînuiască* obiectele. Mai mult, ei trebuie să fi avut de la bun început o capacitate cu totul excepțională de a *învăța*, provenind dintr-un mod mai *generalizat* de a-și agonisi traiul decât al majorității mamiferelor superioare, cu trupuri și obiceiuri specializate. Această capacitate combinată a mîinii și ochiului, împreună cu aptitudinea de a *învăța* ^{2:18}, a făcut posibilă folosirea uneltelor ; mai întâi era folosită o piatră sau o creangă ridicată din întâmplare, apoi una aleasă cu bună știință și modelată pentru a putea fi folosită. Atîta vreme însă cît astfel de progrese erau limitate la indivizi, oricît ar fi fost de înzestrați, ele nu puteau constitui un atribut general al oamenilor. Pentru ca o unealtă să poată fi folosită de toată lumea și îmbunătățită treptat,

modul de confecționare și de folosire trebuie să fie înțeles și înțeles. El trebuie să fie eficient *standardizat prin tradiție*, iar aceasta implică existența unei societăți continue.

Continuitatea societăților omenești s-a dovedit necesară și s-a format în cursul unei perioade foarte lungi, în care omenețirea, aflată în copilăria sa, nu se putea apăra. Aceasta a dus la constituirea unui grup familial, practic nemuritor, prin conviețuirea diferitelor generații, mai ales de femei. Bunicile, mamele și fiicele asigură continuitatea tradițiilor umane. Acesta este motivul fundamental pentru care în societățile primitive menținerea tribului depinde de femei. Deoarece înrudirea este stabilită pe linie maternă, astfel de societăți se numesc *matriliniare*. O fază matriliniară pare a fi existat în toate societățile, inclusiv în acelea ale strămoșilor noștri.²⁻⁴⁶ Este posibil chiar ca, într-un stadiu inițial, treburile grupului să fi fost conduse de femei, astfel ca aceste societăți să fi fost totodată și *matriarhale*.

Metodele care au dat societăților omenești avantajele lor deosebite față de animale depindeau însă în mare măsură de folosirea *uneltelor* materiale pentru apucarea, strângerea, transportarea și prepararea hranei, precum și de mijloacele rapide de comunicare pentru asigurarea colaborării în îndeplinirea acestor sarcini, cu alte cuvinte de *limbă*. Prin folosirea uneltelor, omul obține asupra mediului său înconjurător un control mult mai mare și mai eficient decât animalul, care încearcă să o facă cu ajutorul dinților și al coarnelor, consumând forțe imense. *Limba*, prin mijlocirea gesturilor și a vocii, în afară de faptul că indică modul cel mai eficient de folosire a instrumentelor, asigură atât legăturile în cadrul societății, cât și transmiterea culturii acumulate către generațiile viitoare.

2. 2. Baza materială a societății primitive

Unelte și perfecționarea lor

Uneltele reprezintă, în esență, o extindere a posibilităților organelor omului : a posibilităților pumnului și ale dinților cu ajutorul pietrei, ale brațului cu ajutorul bățului, ale mâinii sau gurii cu ajutorul sacului sau coșului, sau un gen cu totul nou de largire a posibilităților : aruncarea, de pildă a unei pietre, pentru a nimeri o țintă. Controlul social, necesar chiar și pentru simpla alegere și folosire a uneltelor, a devenit și mai necesar atunci când aceste unelte naturale au început să fie modelate, în mod deliberat, în vederea unui anumit scop. Fiecare tip de instrument ajunge astfel să fie determinat socialmente în ceea ce privește folosirea, forma și modul său de confecționare.

Continuitatea tradiției în viața societății primitive este demonstrată de obiectele făcute de omul primitiv în cele mai îndepărtate timpuri cunoscute de arheologi. Chiar dacă n-am ști nimic despre felul în care sînt folosite de către societăți aflate acum în primele stadii ale dezvoltării, ele și-ar mărturisi totuși originea socială. Uneltele de fiecare tip sînt, practic, identice în cadrul unei culturi sau regiuni date și nu variază mult în decursul unei perioade îndelungate și pe suprafețe foarte mari. Atunci pînă și celui mai simplu topor de piatră trebuia să i se dea o formă, printr-un proces de cioplire minuțios care omului civilizat i-ar lua un timp destul de îndelungat pentru a-l învăța. Faptul că acest mod de prelucrare s-a păstrat dovedește că există o stabilitate extrem de mare a tradiției tehnice. Cu alte cuvinte, confecționarea unor unelte de piatră constituie ea însăși o activitate reglementată care reflectă un nivel de cultură, care trebuie să fie învățată și executată cu cea mai mare grijă pentru a se obține gradul de uniformitate pe care îl constatăm. ^{2.36.78}

Această uniformitate nu este însă absolută. Se produc inevitabile schimbări, îmbunătățiri, împrumuturi și combinații ale uneltelor de producție, care au dus prin evoluție, etapă cu etapă, la starea actuală a tehnicii. Dar important este că, datorită condiționării sociale a acestui proces, omul poate avea la dispoziția sa, în fiecare etapă a dezvoltării culturii, un sortiment standard de unelte de producție care poate fi practic reprodus. Fiecare grup tribal, după modul în care își obține hrana, posedă un anumit sortiment, însă multe dintre acestea sînt similare la triburi ce populau regiuni îndepărtate între ele. Obiceiul de a alcătui astfel de sortimente standard, care datează încă din primele etape ale dezvoltării omului primitiv, a constituit factorul principal în păstrarea continuității absolute a culturii tehnice pînă în zilele noastre.

Existența unui sortiment standard de unelte mai presupune și un alt factor, și anume prezența *ideii* unei unelte în mintea aceluia care o confecționează înainte de a începe s-o facă. Mai mult decît atît, unele silexuri parțial lucrate dovedeau o anumită pregătire a materialului înainte de începerea lucrului. Mai tîrziu, această experiență de previziune conștientă devine aceea a *proiectului* și a *planului* și apoi aceea a experienței caracteristice științei — metoda *experimentală*. Această metodă provine din experimentarea a diferite metode pentru executarea unui obiect după modele sau desene, în loc de a recurge pe scară largă la încercări și eșecuri.

Dacă o unealtă cum este o piatră ridicată de jos și aruncată reprezintă începutul progresului tehnic uman, acest progres devine nelimitat o dată cu folosirea uneltelor perfecționate pentru confecționarea altor unelte, ceea ce creează posi-

ilitatea de a se produce o mai mare varietate de tipuri de unelte decât puteau fi alese sau smulse din natură. Procesul perfecționării uneltelor, efectuat mai întâi prin cioplirea pietrei, apoi prin netezirea ei și, în sfârșit, prin baterea metalului cu ciocanul și prin turnare, stă la baza întregii noastre tehnici moderne, care prelucrează din punct de vedere fizic obiecte materiale. Primele unelte manuale, confecționate din piatră, nu făceau decât să sfărâme ceea ce loveau ; mai târziu ele au fost modificate ca să despică, să taie, să răzuiască și să găturească.^{2-30a} Prin practica confecționării și folosirii uneltelor, oamenii au cunoscut proprietățile mecanice ale multor produse naturale, punând astfel baza *fizicii*. Folosirea uneltelor perfecționate nu numai că a făcut vînătoarea mult mai productivă, dar a dat și mijlocul de a modela și a prepara unele materiale mai ușoare : lemnul, osul și pielea. În același timp, omul, probabil femeia, a început să îmbine lucrurile la un loc, prinzându-le cu ace, cosînd, legînd, răsucind, torcînd și țesînd. În acest fel s-au confecționat recipiente pentru mîncare, apă și alte obiecte transportabile.

Îmbrăcămintea

Datorită în parte necesității de a duce lucruri cu sine, la început numai hrană și unelte, s-a format obiceiul de a lega de corp obiecte, pentru un timp mai mult sau mai puțin îndelungat, peste tot pe unde se puteau ține mai comod : în par, în jurul gîtului, al taliei, al încheieturilor mîinilor și al gleznelor. Aceste obiecte atîrnate au tins să devină semne de distincție și podoabe. Li s-au adăugat pene, oase și piei. Apoi s-a făcut descoperirea crucială că pieile cu blană țin de cald oamenilor în nopțile reci și în timpul iernii. Așa a apărut *îmbrăcămintea*, întâi sub formă de manta de piele aruncată pe umeri și de fustă, iar apoi ca haină croită și cusută îmbrăcînd complet corpul, cum le fac și astăzi eschimoșii. Acestea, împreună cu încălțămîntea de piele, au mărit mult posibilitățile omului primitiv de a se stabili pe un anumit teritoriu, deși nu într-o măsură atît de mare ca apariția agriculturii sedentare. La aceasta au contribuit gardurile și adăposturile împotriva vîntului, făcute din crengi și frunze, care s-au transformat în colibe și case.

Focul și gătitul alimentelor

Approape fiecare dintre realizările mecanice timpurii ale omului, inclusiv țesutul și cusutul, fuseseră anticipate de anumite specii de animale, păsări și chiar insecte. O descoperire însă, aceea a folosirii *focului*, care trebuie să fi apărut îna-

intea multor altora, este cu totul în afara posibilităților oricărui animal. Cum a început omul să folosească focul și de ce s-a hotărît să-l îmblânzească și să-l întrețină rămîne încă să fie descoperit. Focul natural este limitat sau la anumite regiuni, ca vecinătatea vulcanilor sau a emanațiilor de gaze naturale sau, ceea ce se întîmplă foarte rar, la incendiile de păduri. Păstrarea și propagarea sa trebuie să fi fost la început un lucru extrem de înfricoșător, primejdios și greu, cum o dovedește universalitatea miturilor și legendelor despre foc. La început, el trebuie să fi fost folosit pentru încălzirea corpului în nopțile reci — indigenii din Australia poartă cu ei bețe aprinse pe care le folosesc în loc de îmbrăcăminte pe vreme rece — și pentru speriatul animalelor. Gătitul hranei a putut să apară numai cînd focul de tabără a devenit un obicei statornicit.

Animalul care a folosit uneltele perfecționate de mîna lui și focul a pășit, cu siguranță, pe calea spre transformarea sa într-un om care folosește știința. După cum unealta făcută de om a fost baza fizicii și a mecanicii, tot așa focul este baza chimiei. În primul rînd a apărut chimia practică, foarte simplă și esențială pentru viață : *gătitul*. Din această folosire a focului, probabil apărută aproape întîmplător, s-a ivit pentru prima oară o utilizare a focului mai precis controlată și mai științifică în olărie și, mai tîrziu, în prelucrarea metalelor. Nu este prea greu să frigi carne pe lemne și nici să coci rădăcini în cenușă, însă fierberea reprezintă o adevărată problemă, a cărei rezolvare trebuia să ducă la noi și mari progrese. Prima idee ingenioasă a fost aceea de a încălzi apa în căldări de piele sau în coșuri impermeabile punîndu-le pe pietre încălzite. Astfel de pietre, crăpate prin încălzire și răcire, au fost găsite în jurul taberelor omului preistoric. Descoperirea crucială s-a produs însă atunci cînd, prin lipirea unui strat de lut pe un coș, acesta a putut fi pus pe foc, ceea ce a îmbunătățit cu mult procesul respectiv. Cu timpul, probabil spre sfîrșitul epocii vechi a pietrei, s-a descoperit că se putea renunța la coș și că se puteau face oale de lut, care să țină apa și să reziste la foc. Totuși, fierberea rămînea încă un lux, oalele erau grele și nu prea ușor de transportat în expedițiile de vîntătoare. Printre indienii din America de Nord, termenul „carne fiartă” este sinonim cu „sărbătoare”.

Afară de aceasta, o dată ce au început să fie folosite vase în care lichidele puteau fi păstrate un timp mai îndelungat, s-a observat și s-au folosit transformările chimice mai lente ale fermentației. Din această nouă cunoaștere a apărut, pînă la urmă, ideea importantă a transformării materialelor prin cufundarea sau ținerea lor în reactivi, ale cărei prime victorii

au fost meșteșugurile tăbăcarului și vopsitorului. Astfel, încă în epoca veche a pietrei, se află bazele unei serii de rețete practice din care avea să apară chimia rațională.

Cunoștințele despre animale

Desigur, cunoașterea practică și folosirea uneltelor și a focului constituie numai o parte și la început probabil numai o parte destul de mică din folosirea specific omenească a experienței acumulate și transmise. A precedat-o, avînd o importanță mai directă, cunoașterea naturii prin observație. Nu este vorba de natură în sens general, ci de natura care corespundea nevoilor imediate ale omului, în primul rînd nevoii sale de hrană. Cunoștințele astfel obținute despre deprinderile animalelor și proprietățile plantelor au format baza științei noastre *biologice* de astăzi. În sfera de interese a omului primitiv, strîngerea și transmiterea de informații cu privire la plante și animale trebuie să fi ocupat un loc foarte mare. Atenția lui a fost atrasă în cea mai mare măsură de animale, din cauza mobilității lor, a emoțiilor și a primejdiei legate de vînarea lor.

Arta primitivă

În legătură cu această problemă ne oferă mărturii toate triburile aflate încă în faza vînătorii, care cunosc în toate amănuntele ei natura și în ceremoniile cărora un rol important îl au dansurile care imită animalele. Că așa a fost și în trecut se vede din picturile, desenele și sculpturile larg răspîndite în peșteri și care reprezintă aproape numai animale. Aceste reprezentări nu se opresc la formele exterioare ale animalului; adeseori sînt înfățișate, de asemenea, oasele, inima și măruntaiele, dovedind că *anatomia* își are originea în tăierea în bucăți a vînatului.

Într-adevăr, tocmai datorită acestui aspect biologic al vieții oamenilor primitivi a apărut tehnica reprezentării picturale, care constituie izvorul nu numai al artelor plastice, ci și al simbolicei grafice, al matematicilor și al scrierii, care au făcut posibilă apariția științei raționale.

2. 3. Baza socială a vieții societății primitive

Limba

Cu mult înainte ca un astfel de nivel de dezvoltare să fi fost posibil, în societatea omenească s-a format limba, mijlocul cel mai puternic de comunicare și dezvoltare: Limba este ea

însăși un mijloc de producție, poate cel dintîi dintre toate. Cooperarea dintre mai mulți indivizi în urmărirea vînatului cu mîinile goale sau cu bețe și pietre neprelucrate este posibilă numai prin folosirea *gesturilor* sau a *cuvintelor*. Această cooperare a putut să apară foarte bine cu mult înainte ca oamenii să fi învățat să confecționeze instrumente pentru țelurile lor. La început limbajul trebuie să fi fost aplicat mai mult la acțiunile legate de agonisirea hranei, inclusiv deplasările oamenilor și procurarea și folosirea uneltelor de producție *.

Cît de veche trebuie să fie apariția limbajului se vede din gradul în care a influențat de pe atunci structura anatomică moștenită a creierului omenesc. Coordonarea funcționării ochiului și mîinii, care solicită mai mult de jumătate din activitatea creierului omenesc, nu este în esență decît o dezvoltare a ceea ce am moștenit de la strămoșul pitecantrop. Dimpotrivă, complexul corespunzător al coordonării urechii și limbii, deși nu ocupă un volum atît de important, este de fapt o creație nouă. El n-a putut să apară la om și să devină ereditar decît după formarea societății.

Toate mamiferele își folosesc vocile în oarecare măsură în scopul comunicării, de obicei însă pentru comunicarea emoției — dorința sexuală, mînia sau frica —, iar auzul acestor strigăte generează, la rîndul său, un răspuns emoțional corespunzător. Abia mai tîrziu s-a putut adăuga la comunicarea emoției și acțiunii comunicarea informațiilor despre lucruri și locuri. Trecerea nu este completă, substratul de emoție în limbaj iese la suprafață în poezie, în cîntec și în muzică și nu este niciodată absent din limba vorbită, imprimîndu-i un caracter mișcător și chiar imperativ, care a contribuit la credința în forța *magică* a cuvintelor. Totuși, aspectul magic al limbii a fost totdeauna subordonat celui utilitar (nota la p. 16).^{2.45}

Limba trebuie să fi fost, de la bun început, aproape cu totul arbitrară și convențională. În fiecare caz de comunicare în parte, sensul sunetelor a trebuit să fie acceptat și apoi fixat prin tradiție într-o limbă completă în stare să cuprindă totalitatea vieții materiale și sociale. Din același motiv, limbile sînt tot atît de diferite pe cît de universală este vorbirea.

Simbolica

Obiectele și situațiile în legătură cu care este folosită limba sînt totdeauna mult mai complexe decît sunetele utilizate pentru a le reprezenta. În consecință, cuvintele unei limbi sînt, în mod necesar, *simboluri abstracte* și generalizate. Ele sînt suficiente pentru a indica acțiunea convențională pe care o cere situația și nimic mai mult. În însuși actul creării limbilor

lor, societățile omenești sînt silite să generalizeze, să admită ca un cuvînt să exprime mai multe lucruri diferite și să folosească o simbolică sau o stenografie verbală. Asocierea în creier a acestor simboluri cu *imaginile* vizuale directe formează *gîndirea* omenească. *Formulele* și *teoriile* științifice sînt numai o extindere naturală și chibzuită a procesului de formare a unei limbi. Simbolică verbală, după cum vom vedea, poate fi tot atît de bine sursă de eroare ca și de cunoaștere. Dacă se pune accentul pe aspectul emotiv și sugestiv al cuvintelor, ele pot deveni *formule magice*. Dacă simbolul e luat drept însuși obiectul material sau acțiunea materială, cuvintele devin jetoane ale *logicii idealiste*.

Viața socială în primele stadii de dezvoltare

Limba, cu toată varietatea și variabilitatea ei, prezintă o mult mai mare permanență decît tehnica. Epoca pietrei a luat sfîrșit de mult, însă limbile pe care le folosim astăzi sînt în fond acelea care trebuie să fi fost vorbite de unele triburi ale epocii de piatră. De aceea studiul limbii — relicvă vie a trecutului — ar trebui să constituie un adaos esențial la studiul rămășițelor care mai dăinuie din culturile materiale.^{2.45; 2.46} Aceste două izvoare împreună cu datele culese despre modul primitiv de viață al unor triburi existente, pot să ne dea o imagine oarecare a vieții sociale din primele stadii ale acesteia. Nu este aici locul — și nici eu nu sînt persoana indicată — pentru a reconstitui o asemenea imagine. Mă voi ocupa numai de aspectele referitoare la originea și la influența științei.

Relațiile dintre membrii unui grup social trebuie să fi modificat profund, de la bun început, acțiunile și sentimentele fiecărui om. Găsirea hranei, prepararea și împărțirea ei, însăși consumarea ei în comun adesea legată de anumite ritualuri, erau acte sociale. Actele acestea erau specific omenești, marcînd o schimbare profundă în comparație cu reacția necondiționată a animalelor față de hrană, aceea de a o mîncă întotdeauna cînd le este foame și de a goni pe alții de lîngă ea. Reacțiile omului sînt, pe de altă parte, foarte mult condiționate de obiceiurile tradiționale, stabilite pentru menținerea grupului social. Cu alte cuvinte, *omul este singurul animal care se educă pe deplin singur*. Spre deosebire de celelalte mamifere, la care educarea pe baza instinctelor este făcută de părinți în primele cîteva zile sau săptămîni ale vieții, fiecare ființă umană ce vine pe lume trece printr-un proces minuțios de educare, care începe de la naștere și durează mulți ani. Procesul condiționării

sociale, sau al *educației*, este strict tradițional, iar tradiția și-a păstrat continuitatea și s-a transformat foarte încet de la începuturile societății și pînă în ziua de astăzi (p. 719).

Culesul hranei și vînătoarea. Diviziunea muncii

Caracterul ecologic principal al grupurilor omenesti a fost determinat, la început aproape exclusiv, iar mai tîrziu în mare măsură, de modul în care își procurau hrană. La început, ele trebuie să fi cules tot ce puteau să mănînce : semințe, nuci, fructe, rădăcini, miere, insecte și orice animale mici care puteau fi prinse cu mîinile goale. Nu știm nimic, decît prin deducție, despre viața din această fază. Toate popoarele primitive care există în epoca noastră au trecut la faza următoare de dezvoltare, în care la culesul hranei s-a adăugat și vînarea animalelor mari. După uneltele rămase din epoca primitivă se poate urmări tehnica din ce în ce mai perfecționată de vînătoare, adaptată pentru vînarea diverselor animale mari, inclusiv a mamutului.

Singura diviziune socială de neînlăturat transmisă de la faza animală este aceea dintre sexe. Grupurile sociale din primele timpuri ale epocii de piatră, în mod necesar mici, și-au păstrat continuitatea prin femei, deoarece bărbații tineri, în cea mai mare parte, trebuiau să plece, căsătorindu-se cu fete din alte grupuri, cărora după aceea li se alăturau. Aceasta corespundea unei diviziuni economice în care femeile culegeau fructe, nuci, grăunțe, dezgropau rădăcini și prindeau insecte, în timp ce bărbații prindeau vînat mic și pești. Pe această treaptă, cele două sexe participau în mod aproximativ egal la procurarea hranei.

Dezvoltarea ulterioară a vînătorii de animale mari — o ocupație bărbătească — a sporit importanța bărbatului ca principal aducător de hrană. Poate că acest fapt, ca și puterea fizică, agresivitatea și îndemînarea mai mare a bărbaților, a dus, spre sfîrșitul epocii de piatră, la dominația bărbaților asupra femeilor, așa cum s-a întîmplat, de exemplu, la vînătorii australieni. Familiile au tins să devină *patriliniare*, iar obiceiurile triburilor — *patriarhale*. Este posibil ca această tendință să fi fost răsturnată cînd a apărut agricultura cu săpăliga, care a făcut să crească importanța femeii.

Totemismul și magia

Existența grupului depindea de agonisirea zilnică a hranei, care, la rîndul ei, era în funcție de prezența îndestulătoare a animalelor și plantelor pe teritoriul de cîteva mile, aflat în

caza de acțiune a oamenilor primitivi și de capacitatea bărbăților și a femeilor de a le prinde sau de a le culege. Această capacitate depindea atunci de mijloacele tehnice, care, prin forța lucrurilor, se perfecționau foarte lent. Pe de altă parte, numărul animalelor și plantelor varia mult, câteodată în mod catastrofal. Omul ducea un mod de viață cu totul parazită, nu știa să dirijeze natura ; tot ce reușea să facă prin mijloace tehnice mai bune era doar să adâncească și să lărgască limitele parazitismului său, de care a putut să scape abia o dată cu descoperirea agriculturii. Totuși, el credea că poate să convingă și să înșele natura ca să-l ajute pe el și pe tovarășii săi de trib în vânătoarea de animale. *Magia* a fost creată ca să suplinească lacunele lăsate de mărginirea tehnicii. Făcînd din fiecare animal sau plantă utilă totemul unui anumit trib sau al unei părți a tribului, folosind idoli, simboluri și dansuri imitative, membrii primitivi ai tribului credeau că planta poate fi făcută să înflorească, animalul să se înmulțească. Aceasta a dus de asemenea la apariția schimbului de produse între diferitele grupuri totemice. Pe această bază au putut fi îmbinate într-un sistem unic complex regulile sociale privind relațiile de rudenie și împărțirea hranei și a podoabelor. Atît timp cît regulile totemice erau respectate cu strictețe, reproducția tribului și aprovizionarea sa cu hrană erau asigurate. Tot de totem este legată și atribuirea de puteri anumitor persoane, animale, obiecte ; acestea sînt *tabu*, *sacre* și contactul cu ele este reglementat prin norme cît se poate de stricte, a căror încălcare atrage după sine pedepse cumplite. Ideea că lucrurile ar poseda o putere sau însușire latentă — *mana* — a stat la baza dezvoltării științei și uneori a fost rodnică. De exemplu, magnetul, cu calitatea sa de a atrage fierul, a contribuit la crearea științei despre *magnetism*. De cele mai multe ori însă, adorarea lucrurilor a împiedicat gîndirea limpede, întrucît însușirile erau imaginare, cum s-a întîmplat cu *aurul*, un metal absolut inutil, căruia i s-a acordat o mare importanță.

Sistemul totemic mai există și astăzi la multe popoare primitive. Urme ale lui se pot găsi în toate civilizațiile, inclusiv într-a noastră, mai ales în sferile cele mai conservatoare — religia și limba. Într-adevăr, după cum a arătat Thomson,^{2.40} toți termenii care desemnează la noi relații de înrudire — tată, soră, unchi etc. — pot fi înțeleși numai dacă se ține seama de relațiile totemice. Leii și unicornii de pe stemele noastre nu sînt altceva decît vestigii ale animalelor totemice, transmise prin heraldică.

Intr-un raport mai direct cu știința sînt ritualurile legate de ceremoniile totemice, în special cele ale nașterii, inițierii și înmormîntării *. Dovada că ritualurile inițierii au fost practicate în epoca veche a pietrei o constituie faptul că în caverne s-au găsit creștături făcute în argilă moale de participanții la astfel de ritualuri, precum și întipăriri de mîini mutilate. Aceste ritualuri, prin care trebuia să treacă fiecare, erau însoțite de imnuri, constituind explicații sau *mituri* despre originea și dezvoltarea lumii în termeni totemici. Aceasta a fost prima *educație* formală, reprezentînd cultivarea unui sistem de credințe despre lume și despre modul în care trebuie controlată, care a completat, fără însă să-i fi luat vreodată locul, învățarea practică a tehnicii existente atunci, a vînatului, gătitului etc. Una dintre trăsăturile caracteristice ale ceremoniilor de inițiere era darea de *nume*, care, întrucît aduceau cu ele înrudirea celui inițiat cu strămoșii totemici și, prin urmare, cu întreaga lume, erau considerate ca fiind deosebit de însemnate și sfinte. Într-adevăr, etimologia arată (*nomen* — nume are aceeași rădăcină cu *gnosco* — a cunoaște) că cunoașterea numelor a fost prima *cunoaștere* explicită. ^{2.46}

Toate miturile, în prima lor formă, trebuiau să oglindească nivelul tehnicii practice și organizării sociale din perioada respectivă ; însă, dat fiind că asocierea lor cu ritualurile era socotită necesară pentru menținerea vieții tribului și, desigur, a universului, ele se schimbau mai încet decît condițiile de viață și adeseori deveneau de neînțeles pînă la o nouă interpretare a lor în termeni mai actuali. Mitul grădinii Edenului, de exemplu, a reflectat, la început, trecerea de la vînatoare la agricultură, dar a fost folosit pentru a apăra conceptele despre tabu, despre deosebirea dintre sexe, despre caracterul vicios al cunoașterii, despre supunerea oarbă față de Dumnezeu și despre păcatul originar. Miturile, deși provenind de la diferite triburi, se contopesc ușor și ajung să formeze o *mitologie* comună, destul de incoerentă. Tocmai de la astfel de mituri totemice ni s-au transmis, după multe schimbări, dar cu o neîntreruptă continuitate a tradiției, nu numai *credințele* religioase, ci și *teoriile* științifice.

2. 4. Originea științei raționale

Diferitele feluri de cunoștințe dobîndite de omul primitiv — despre unelte și despre confecționarea lor, despre foc, despre animale și plante, despre ritualuri și despre miturile privind societatea — n-au fost, la început, prea distincte. Peste tot unde au existat, ele s-au contopit într-o *cultură* comună.

Pentru a înțelege geneza științei dintr-o astfel de cultură, nu este suficient a-i descrie dezvoltarea pornind numai de la experiența oamenilor din acele timpuri. Este necesar ca această experiență să fie examinată și în lumina științei moderne. Trebuie să stabilim volumul a ceea ce s-a cunoscut în fiecare perioadă și în fiecare domeniu de experiență în comparație cu complexitatea relativă a ceea ce urmează să fie cunoscut. (1) Știință pe deplin rațională și utilizabilă poate să apară numai acolo unde există o oarecare speranță că se poate înțelege suficient funcționarea internă a unei părți determinate a mediului înconjurător, pentru a o putea stăpîni după voie în folosul omului. În mod obiectiv, lumea neînsuflețită este mai simplă decît cea însuflețită și mult mai simplă decît cea socială, astfel că în mod inevitabil controlul rațional și în cele din urmă științific asupra mediului înconjurător a urmat această ordine.

Prin confecționarea și folosirea uneltelor, omul a transformat natura potrivit voinței sale. Aceasta a fost originea *mecanicii* raționale: a cunoașterii legilor mișcării materiei în spațiu, exprimată în mînuirea practică a pîrghiei, a arcului, a bumerangului și a bolasului. Dar, chiar și fără o astfel de înțelegere a acțiunilor naturii omul putea să tragă foloase din orice porțiune a lumii înconjurătoare în care apăreau semne de regularitate. Omul trebuia numai să știe la ce să se aștepte, fără să aibă nevoie să execute vreo lucrare, luînd ceea ce natura îi oferea. Acesta este domeniul științelor de *observație* și al celor *descriptive*, care sînt baza meșteșugului vîntorii și al culesului fructelor practicate în anotimpurile respective. Omul s-a străduit de asemenea să-și exercite puterea dincolo de ceea ce poate fi stăpînit prin acțiune directă și de ceea ce se poate aștepta de la natură, folosind însă alte mijloace: mai întîi magia și, mai tîrziu, religia.

Interesele omului primitiv au fost, în orice caz, strict limitate și de natură exclusiv practică. Ele se mărgineau la procurarea celor necesare pentru viață — alimente, animale și plante — și a materialelor pentru confecționarea uneltelor și mijloacelor de muncă, care, potrivit concepției oamenilor primitivi, păreau să aibă împreună cu alte lucruri, cum ar fi corpurile cerești sau caracteristicile pămînturilor, o legătură cu bogăția lor. Deși domeniul a ceea ce era rațional și previzibil era restrîns, el cuprindea o parte însemnată din ceea ce interesa efectiv pe omul primitiv. Pe măsură ce societatea s-a dezvoltat, domeniul științei adevărate a crescut foarte mult. Dar și sfera de interese a crescut tot atît de repede, ba chiar mai repede. Nu există nici un motiv să se creadă că omul primitiv s-a simțit mai puțin sigur în lumea sa decît ne simțim noi în a noastră.

Începutul domeniului *rațional* este cuprins în structura universului fizic și a mecanismului senzorial-motor, pe care animalele și l-au format în cursul a miliarde de ani în așa fel, încît în fiecare fază au putut să se servească de el cît mai bine. La început, el decurge direct din complexul vizual-manual al corpului omenesc însuși: acțiunile coordonate moștenite dintre ochi și mînă, care au dat omului atîtea avantaje față de celelalte mamifere, mai ales cînd a devenit un animal social. Cu alte cuvinte, posibilitatea gîndirii raționale la om își are începutul în relațiile sale cu mediul *fizic* înconjurător. Posedînd un mecanism foarte simplu, ca, de exemplu, pîrghia, se poate afla dinainte ce se va întîmpla cu un capăt cînd îl miști pe celălalt. Tocmai pe baza acestei coordonări a ochiului și mîinii s-a format la început știința rațională a mecanicii. În acest domeniu, și la început numai în acest domeniu, a fost cu putință *să se vadă și să se simtă* intuitiv cum acționează lucrurile. Aceste posibilități au fost considerabil întărite prin cunoștințele dobîndite din studierea tehnicii primitive. Rădăcinile staticii și dinamicii pot fi găsite în modelarea, confecționarea și folosirea uneltelor. Astfel, cu mult înainte de existența oricărei alte științe, omul dobîndise o logică internă, matematică prin esența ei, în mînuirea fizică a diverselor obiecte individuale. Pe măsură ce știința a progresat, acest aspect fizic a dominat totdeauna, din punctul de vedere al caracterului rațional, asupra celorlalte aspecte ale științei.

Clasificarea în știința primitivă

Mult mai tîrziu, după mii de ani, s-au putut folosi aceleași metode fizice pentru a trata alte aspecte ale experienței omenești — chimia și biologia — și a le face să devină tot atît de logic inteligibile și dirijabile. Aceasta nu înseamnă însă că bazele științelor biologice și sociale n-au fost puse în acel timp, ci numai că aceste științe au trebuit în mod necesar, din cauza complexității lor interne, să urmeze o altă cale. Era imposibil ca omul *să vadă* în același mod rațional ce se va întîmpla în urma oricărei acțiuni cînd se gătesc bucatele sau fermentează băuturile. El putea însă *să știe* ce se va întîmpla mai întîi făcînd ceva și apoi amintindu-și sau gîndindu-se la cele făcute. În acest domeniu și, mai mult încă, în acela al comportării animalelor, cunoașterea a fost în esență tradițională. Ea a fost în același timp cu totul irațională, întrucît era imposibil, în stadiul de atunci al cunoașterii, ca omul să înțeleagă și să vadă *de ce* se petrece un lucru ori altul. Cu toate acestea, ea n-a *părut* neapărat irațională, întrucît însăși obișnuința

experienței făcea să nu se simtă nevoia de explicații. În orice caz, putea fi găsită întotdeauna o explicație mitică oarecare, adeseori prin intervenția unor factori abstracti, însă personificați, ca strămoșii totemici sau spiritele. De aceea deosebirea dintre domeniul rațional și cel descriptiv n-a fost niciodată absolută. De altfel existau destule asemănări și comparații care puteau fi făcute; categorii întregi de fenomene erau, într-o anumită privință, asemănătoare. De fapt, tocmai în acest domeniu a apărut practica clasificării, care a dus la dezvoltarea științei biologice și, într-o anumită măsură, a celei chimice. Aceste prime clasificări s-au întruchipat în mod necesar în limbă, care conține implicit o teorie a ființelor sau a lucrurilor (substantive), capabile să acționeze sau să treacă prin stări (verbe). Tot aici a apărut și un fel de raționament descriptiv prin analogie, bazat în cea mai mare parte pe magie, care, deși fals la început, a devenit din ce în ce mai sigur o dată cu acumularea și trierea faptelor confirmate de practică. Judecând după cele ce se observă la populațiile înapoiate de astăzi, oamenii primitivi trebuie să fi făcut o deosebire destul de precisă între domeniul experienței, în care aveau un control suficient de bun asupra lucrurilor, putând să prevadă în bună măsură ce se va întâmpla, și domeniul în care trebuiau să se bizuie pe ritual și magie. Cu toate acestea, împletirea strânsă a acestor aspecte a dus la apariția unor culturi foarte stabile.

Puterea tradiției

Ritmul extrem de încet al transformării, așa cum rezultă din datele arheologice, arată cât de strâns erau legați de tradiție oamenii primitivi în toate domeniile. Aceasta a fost cu puțință deoarece ei simțeau instinctiv unitatea întregii lor culturi și primejdia de a se abate de la anumite tradiții. De unde puteau ei să știe că vreo neîndeplinire a ritualurilor obișnuite sau vreo omisiune a cuvintelor magice nu vor duce la răsturnarea bruscă a întregii ordini a naturii: că nu îi va lipsi de sursele de hrană sau că nu va aduce molime? Era mai sigur să nu fie schimbat nimic cât timp împrejurările nu făceau cu totul imposibilă menținerea vechii tradiții.

2. 5. Transformarea mediului înconjurător

Până acum am examinat originea științei în societatea primitivă numai într-o formă extrem de generală, subliniind în mod deosebit felul în care reacțiile ei necesare de adaptare au dat naștere unei *cunoașteri* tot mai largi și mai bine ordonate a mediului înconjurător material, biologic și uman. Aceasta este însă numai o latură a problemei. Cealaltă o con-

stiuie dezvoltarea și folosirea de către omul primitiv a mijloacelor tehnice, care, la rândul lor, schimbă acest mediu și duc la noi transformări fundamentale ale modului lui de viață. Aceasta s-a petrecut pe două căi.

În primul rând, fiecare mijloc tehnic nou a lărgit domeniul din mediul înconjurător care putea fi folosit sau dirijat. Un nou tip de armă, ca, de exemplu, bolasul, complet dezvoltat încă din epoca veche a pietrei, a făcut posibilă vînarea în cîmpii deschise a animalelor iuți la fugă. Noi mijloace de muncă au avut urmări și mai importante. Hainele de blană, colibele și focul au dat omului primitiv posibilitatea de a ierna în nord. Astfel de schimbări revoluționare în tehnică au făcut cu puțință ca omenirea să se răspîndească pe noi teritorii și să trăiască într-o mai mare densitate pe vechile teritorii.

În al doilea rând, folosirea cu succes a unei tehnici noi, ca arderea unei păduri în vederea defrișării terenului, a schimbat în cursul unei perioade îndelungate de timp chiar mediul fizic înconjurător și a dus la apariția unor noi probleme pentru care transformarea tehnică era de necesitate vitală. Alte crize, pe care adeseori omul primitiv nu le putea deosebi de cele determinate de propria sa activitate, s-au produs prin transformări ale mediului fizic înconjurător nesubordonate omului, provocate, în primul rând, de variațiile climei. Ambele aceste schimbări ale mediului impuneau fie plecarea din vechile teritorii, fie dezvoltarea unor mijloace tehnice noi care să corespundă noilor condiții. Fie că schimbările tehnice se produceau înăuntrul culturii, fie că îi erau impuse prin transformările petrecute în condițiile exterioare, fapt este că ele aveau loc. De altfel, după cum arată datele arheologice, în general schimbările au favorizat progresul și au permis extinderea puterii omului asupra unei părți din mediul înconjurător.

Mijloacele de muncă la sfîrșitul epocii vechi a pietrei

Așa cum reiese din datele arheologice, încă de la sfîrșitul epocii vechi a pietrei omul dispunea de numeroase realizări tehnice: colibe, haine de blană cusute, saci și coșuri, bărci, cîrlige și cîngi. Destinația acestui utilaj poate fi lămurită destul de ușor, întrucît majoritatea obiectelor, dacă nu toate, sînt folosite de populațiile primitive de astăzi, mai ales de eschimoși și, într-o măsură mai mică, de boșimanii din Africa de sud și de aborigenii din Australia. Tehnica lor se mărginește la culesul hranei și la vînătoare. Nu numai că vînătoria constituia orientarea principală și scopul vieții dar ea oferea și echipamentul vînătorilor, confecționat în cea mai mare parte din resturile animalelor ucise. Tocmai pe baza unei astfel de

economii vânătoarești s-au găsit soluții pentru cele mai multe dintre problemele mecanice și tehnice ale modelării și îmbinării materialelor (fig. 1).

Este interesant de observat că, deși materialele s-au schimbat, majoritatea soluțiilor găsite în acel timp pentru aceste probleme sînt folosite și astăzi, constituind deseori baza tehnicii moderne. Astfel, una dintre primele probleme importante ale civilizației a fost aceea de a găsi mijloace pentru păstrarea și transportarea lichidelor. Primele coșuri și vase erau făcute din piele și, cu toate că materialele s-au schimbat, metodele de fabricare pentru coșuri și vase au fost pur și simplu adaptate la folosirea tablei pentru găleți și căni. Chiar atunci cînd sticla și materialul plastic au înlocuit pielea, formele esențiale au rămas aceleași. Împletirea coșurilor a fost, în linii mari, cunoscută în epoca veche a pietrei, ca și țesutul rudimentar,^{2,49} derivat, probabil, din împletirea coșurilor, și folosirea obiectelor confecționate din argilă. În această perioadă, dezvoltarea țesutului și a olăriei a fost întîrziată nu din cauza lipsei de posibilități tehnice, ci din pricina condițiilor vînaătorii nomade, care nu permiteau femeilor să rămîină destul timp în același loc pentru a termina operațiile complexe ale torsului, țesutului, pîslirii și vopsitului. De asemenea, cererea unor produse ca oalele de argilă, care erau greu de transportat, era mică. (Fig. 2).

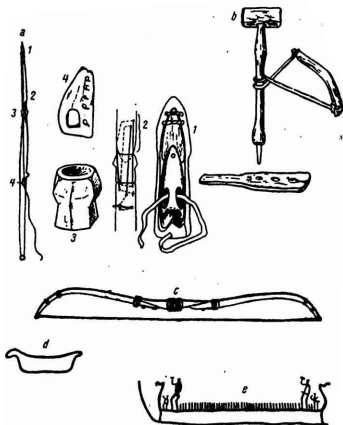


Fig. 1. TEHNOLOGIA PRIMITIVĂ. Unelte ale eschimoșilor. (a) Harpon cu cap detașabil (părțile componente sînt prezentate mărite). (b) Sfredel cu arcuș. (c) Arc compus.

Primele bărci (schițe din Norvegia). (d) Luntre de piele din epoca de piatră asemănătoare cu umiak-ul eschimoșilor. (e) Luntre din epoca bronzului (liniile reprezintă echipajul).

Armele de aruncat și mașinile

Deosebit de importantă pentru istoria științei a fost evoluția instrumentelor mecanice în domeniul vînaătorii. Sulița, ex-trem de ingeniosul bumerang, praștia și bolasul, a căror ac-

țiune depinde de mișcările dinamice și aerodinamice destul de complicate ale unor sisteme în spațiu, sînt rezultate succesive ale perfecționării simplei arte de a arunca bețe și pietre. Mai ingenioasă și de o mult mai mare însemnătate pentru viitor a fost cruciala descoperire a arcului, care se pare că a avut loc abia spre sfîrșitul epocii vechi a pietrei. Arcul reprezintă prima utilizare de către om a energiei mecanice potențiale, acumulată prin îndoierea înceată a arcului și cheltuită rapid la lansarea săgeții. Arcul este, prin urmare, una dintre primele *mașini* folosite de om. Folosirea lui a avut, probabil, ca efect o mai mare eficiență a vînaătorii și se pare că s-a răspîndit foarte repede în întreaga lume (fig. 1).

Pentru istoria științei, arcul prezintă un triplu interes. Studiul zborului săgeții a dat impuls apariției și dezvoltării *dinamicii*. Sfredelul cu arcuș, înlocuind acțiunea mîinilor și eliberînd una dintre ele prin răsucirea unui băț, ascuțit pentru aprinderea focului, sau a unui burghiu, constituie primul exemplu al mișcării de *rotație* susținute. Sunetul emis de coarda întinsă a arcului a stat, probabil, la originea instrumentelor cu coarde, astfel că arcul și-a adus contribuția atît în *știință*, cît și în *muzică*.

Sunetele muzicale au mai fost produse, probabil, în timpuri și mai vechi, cu ajutorul instrumentelor de suflat, dintre care cornul și fluierul datează, după cît se pare, din epoca veche a pietrei. Omul primitiv știa destul de bine, din experiență, că aerul și vîntul au un caracter material. *Pneumatica* a început o dată cu respirația. Aceasta putea fi dirijată suflînd sau aspirînd aer prin oase sau trestii goale pe dinăuntru. Aerul putea fi strîns în bășici folosite la plutire și împins afară din foale pentru ațîțarea focului. Forța lui putea fi folosită la *pușca cu aer* pentru vînătoare sau la *pompa de aer*, făcută din bambus, pentru aprinderea focului. O astfel de mișcare a unui piston liber sau acționat într-un cilindru avea să stea la originea tunului și a mașinii cu abur.

2. 6. Organizațiile și Idelle sociale

Deoarece datele arheologiei sînt materiale, este firesc să cunoaștem mult mai multe despre realizările tehnice ale omului primitiv decît despre realizările sale în domeniul ideilor. Totuși, puținele indicații pe care le avem, ca și ceea ce știm despre viața popoarelor primitive din zilele noastre, ne arată că și aceste realizări trebuie să fi fost considerabile. În primul rînd, operațiile mecanice și organizatorice complexe ale unei societăți bazate pe vînătoare nu ar fi putut fi îndeplinite fără considerabile posibilități de comunicare și de organizare socială. Vînătoarea se desfășura adeseori pe scară largă și avea

drept obiect animale ca mamutul sau calul sălbatic, ceea ce necesita manevrarea pricepută a sute de oameni.

Afară de aceasta, există dovezi directe ale dezvoltării riturilor și ritualurilor în așezările paleolitice, în special în locurile de înmormântare. Însuși faptul că înmormântarea era practică aproape de la începutul epocii vechi a pietrei dovedește existența unei anumite atitudini față de soarta omului după moarte. Această atitudine pare să fi fost destul de simplă; înmormântarea cu unelte și alimente sînt indicații ale unei credințe într-o viață de apoi, credință care nu se prea deosebește de aceea a religiilor contemporane. Anumite obiceiuri însă, ca acela de a acoperi trupul cu lut roșu pentru a reprezenta sângele, arată în ce măsură considerabilă se practica magia. Acest lucru îl demonstrează, de asemenea, toate desenele remarcabile pe care omul din era paleoliticului inferior ni le-a lăsat în caverne și în adăposturile din stînci (p. 43). Aceste desene sînt în esență de natură magică și au drept scop, în special, să aducă noroc la vînătoare și să atragă un număr mai mare de animale de vînat.

Putem presupune, prin analogie cu obiceiurile din triburile primitive actuale, că aceste mărturii indică un întreg complex de ritualuri, format în special din dansuri și cîntece care reconstituie o vînătoare reușită, cu dansatori mascați reprezentînd animalele respective. Din astfel de ceremonii se trage, probabil, arta dramatică, precum și ritualurile religiei. Imitarea animalelor a avut, de fapt, drept scop *înselarea* lor. Succesul înșelăciunii nu s-a mărginit la animale. Cu timpul, acțiunile de înșelare au fost adoptate în război, iar ficțiunea poetică a putut degenera ușor în minciună.

Vrăjitorul

La început, la ceremoniile rituale participa toată lumea. De pe la sfîrșitul epocii vechi a pietrei există însă mărturii despre un oarecare început de specializare. Desenele din cavernele îndepărtate și greu accesibile trebuie să fi fost executate de artiști experimentați, care, de altfel, participau destul de mult și la vînătoare, pentru a găsi și studia modelele în acțiune. Printre aceste desene se găsesc cîteodată figuri de oameni singuri, îmbrăcați ca animale, care par să fi avut o importanță specială. În majoritatea triburilor primitive de astăzi există vrăjitori, sau *șamani*, despre care se crede că au legături speciale cu forțele care domină porțiuni din lume sau din mediul înconjurător legate de om, în primul rînd de hrana lui, dar și de sănătatea și de succesul personal. Acești oameni sînt scutiți, într-o oarecare măsură, de munca zilnică pentru obținerea hranei și confecționarea uneltelor, dar, în schimb, sînt

obligăți să-și exercite arta magică pentru binele comun. De asemenea, ei răspund de păstrarea conștiinței a științei tradiționale și, prin urmare, de perfecționarea acesteia într-o societate în dezvoltare. Precursorii lor din timpurile vechi sînt, așadar, strămoșii direcți pe linie culturală ai regilor-preoți, ai preoților, filozofilor și oamenilor de știință *.

Teoria magiei. Spiritele

Practicile magicienilor se bazau, la început probabil inconștient, iar apoi conștient, pe un fel de teorie simplă asupra funcționării lumii, în care imitația și vraja aveau un rol important. Din datele cunoscute cu privire la înmormîntări și după desene s-ar părea că această teorie se formase încă din epoca veche a pietrei. Imitațiile și, apoi, *imaginile* simplificate, sau *simbolurile*, erau identificate într-o măsură atît de mare cu originalele, încît se credea că operațiile făcute asupra lor puteau fi transpuse, cu ajutorul unei misterioase forțe de atracție, asupra lumii reale. O succesiune neîntreruptă leagă aceste imagini și simboluri de acelea pe care le folosim cu atîta succes în știința modernă. Dar au fost necesare secole de experiență și de bătălii aprige pentru a face deosebire între valoarea magică și cea pur convențională a simbolurilor.

Un alt aspect al gîndirii primitive care, într-un anumit stadiu, s-a desprins din magia imitativă sau simbolică a fost ideea influenței exercitate asupra lumii reale de către *spirite* și, prin urmare, a necesității de a le stăpîni sau de a le îndupleca. Ideea de spirit este, ca atare, deosebit de complicată. Ea se trage, probabil, din neputința de a înțelege realitatea morții. Primele spirite, după cum ne arată lucrurile găsite în morminte, erau de fapt concepute sub o formă corporală. Întrucît cei morți fuseseră membri ai tribului în timpul vieții lor, se socotea că spiritele lor păstrează legătura cu tribul. Se credea că spiritele morților acționează asupra naturii la fel ca oamenii vii, în mod direct sau prin magie, și la început puterea lor nu era mai mare decît a oamenilor. Abia mai tîrziu spiritul (*breath*, *Geist*, *soul*, *psyche*), adică ceea ce părăsește trupul la moarte, a fost imaginat despărțit de corp și avînd o viață proprie, invizibilă, dar nu inactivă.

În cele din urmă, conceptul despre spirit s-a despărțit în două noțiuni cu totul diferite. Prima a constat în transformarea spiritului unui om puternic, în spiritul unui *erou* legendar și în spiritul unui *zeu*, ^{2.42} : ^{2.46} spre a deveni figura centrală în *religie*. A doua a constat în despărțirea spiritului de originea sa omenească și în transformarea lui într-un agent natural invizibil, ca vîntul sau ca presupusa forță activă care provoacă transformările chimice și biologice. Acestea din urmă, puri-

licate prin natura lor divină, așa cum se va arăta în capitolele următoare, au jucat un rol deosebit de important în știință până când au ajuns să fie reduse la „*spiritul*” (spirtul), care se vinde în magazinele de băuturi¹, sau la „*spiritul sălbatic și neîmblânzit*” — gazul (sau haosul) lui Van Helmont (p. 450), care, în cele din urmă, avea să-și găsească locul în gazometru.

2. 7. Realizările omului primitiv

Această examinare cu totul sumară a mijloacelor tehnice și a ideilor omului primitiv ar trebui să arate într-o măsură satisfăcătoare cât de mult se realizase, spre sfârșitul epocii vechi a pietrei, în ceea ce privește folosirea intelectului uman pentru dominarea naturii cu ajutorul uneltelor materiale și în ceea ce privește fixarea progreselor obținute prin acțiunea societății care le păstra în tradiții și ritualuri. Bazele *mecanicii* și ale *fizicii* au fost create prin confecționarea și folosirea uneltelor, bazele *chimiei* prin folosirea focului, iar ale *biologiei* prin cunoștințele practice transmise din tată în fiu despre animale și plante. Cunoașterea socială era inclusă în limbă și artă, fiind sistematizată prin totemism o dată cu începuturile educației formale în cadrul ceremoniilor de inițiere.

Orînduirea societății, determinată prin dependența ei de vînătoare și de culesul hranei, a avut în esență un caracter de comună, fără vreo vizibilă specializare și fără împărțire în clase.

Limitele economiei bazate pe vînătoare

Nivelul realizărilor tehnice și sociale ale oamenilor din paleolitic a fost atât de înalt, încît este de mirare că ei nu s-au putut menține la nesfîrșit în această stare. Se pare că asta s-a întîmplat totuși cu unele popoare, însă numai cu cele din regiunile cele mai îndepărtate, ca Arctica și Australia centrală, sau din pădurile tropicale. Nu se știe însă precis dacă aceste triburi sînt într-adevăr grupuri supraviețuitoare din paleolitic sau grupuri din neolitic, împinse de condiții externe deosebit de grele înapoi, la o cultură paleolitică secundară a vînătorii și culegerii hranei. Pe de altă parte, tehnica paleolitică era, poate, prea bine adaptată scopului ei principal, acela de a vîna un număr redus de specii de animale sălbatice într-un număr limitat de ținuturi, în special în cîmpii deschise. Dacă se schimbau condițiile care determinau belșugul lor, fie prin

¹ În engleză cuvîntul „spirits” înseamnă și „spirite”, și „spirt”. —
Nota trad.

modificări climatice, fie printr-o vînare excesivă din partea membrilor tribului, turmele piereau, iar triburile erau nevoite sau să plece în regiuni mai bune sau să se stingă pe locul în care se aflau — cum s-a întîmplat și se întîmplă și astăzi cu multe triburi — sau să învețe a-și schimba modul de vînătoare cu un altul, lucru mult mai greu.

Slăbiciunea esențială a unei societăți bazate pe vînătoare constă în faptul că, vînînd animalele, ea duce un trai parazit. Ea este în stare să tragă cele mai mari foloase din vînarea animalelor, dar nu poate să aibă asupra lor putere prin vreun mijloc pozitiv ; cu alte cuvinte, această societate putea ucide animalele, dar nu le putea hrăni și face să se înmulțească. De fapt, probabil că tocmai eficiența procedeeelor tehnice ale vînatului dinspre sfîrșitul epocii paleolitice a provocat în cea mai mare măsură dispariția animalelor mari din toate regiunile în care puteau fi vîinate ușor. O altă cauză care a contribuit la aceasta au fost schimbările de climă care au înlocuit tere-nurile deschise, bune pentru vînătoare, prin păduri, așa cum s-a întîmplat în Europa occidentală, sau prin deșerturi, ca în Africa. Fără îndoială că vînătoarea, în jurul perioadei de la sfîrșitul epocii glaciare, încetase să mai fie tipul cel mai progresist de cultură umană și, deși arta și chiar organizarea ei socială au fost păstrate, ele s-au menținut numai ca o parte a unei culturi mult mai bogate și mai înaintate, care a apărut o dată cu descoperirea agriculturii.

Poate că au existat și cauze interne, ale căror rădăcini se găsesc în forma societății paleolitice, care au făcut-o mai puțin aptă să țină piept mediului înconjurător, dar deocamdată este greu să le analizăm. Societățile primitive care se află la acest nivel de cultură materială sînt rare astăzi, iar dificultățile lor pur interne ne-au rămas necunoscute din cauza influenței distructive a culturilor mai înaintate, mai ales a culturii noastre.

CAPITOLUL 3

AGRICULTURA ȘI CIVILIZAȚIA

3. 1. Trecerea la o economie productivă

Agricultura

Acest capitol se ocupă de perioadele cunoscute de obicei sub numele de epoca neolitică, sau epoca nouă a pietrei, și de epoca bronzului — perioada civilizațiilor primitive din văile marilor fluvii ale Egiptului, Mesopotamiei, Indiei și Chinei. Nu voi încerca să expun istoria acestor civilizații, ci doar să arăt rolul pe care l-au jucat în formarea științei.

Cu aproape 8 000 de ani în urmă a început în producția alimentelor o revoluție care avea să transforme întregul mod de viață material și social al omului. Aceasta a fost în bună parte, dacă nu în întregime, un rezultat al crizei economiei bazate pe vânătoare, despre care s-a vorbit la sfârșitul capitolului anterior. Greutățile pe care oamenii le întâmpinau în acel timp au dus la o intensă căutare a unor noi soiuri de alimente sau chiar a altora vechi și disprețuite, ca rădăcini și semințe de ierburi sălbatice. Această căutare avea să ducă la descoperirea tehnicii *agriculturii*, care, împreună cu folosirea *jocului* și a *energiei*, este una dintre cele trei descoperiri deosebit de importante din istoria omenirii. Ca toate marile transformări, ea n-a constituit un act unic, ci o acumulare treptată de descoperiri legate între ele, toate contribuind la realizarea esențială: cultivarea de cereale. În esență, aceasta a fost trecerea societății de la exploatarea mediului înconjurător viu la stăpânirea lui, primul pas spre realizarea unei economii pe deplin productive.

Originea agriculturii

Originea precisă a agriculturii este și va rămâne, probabil încă multă vreme, necunoscută. Limitarea plantelor și animalelor folosite în agricultură la un foarte mic număr de varietăți strâns înrudite între ele — ierburi cu semințe comestibile, vite cornute mari — arată că agricultura a apărut într-o perioadă determinată, într-o regiune limitată, probabil în Orientul Mijlociu. Nu este sigur nici măcar dacă cultivarea plantelor agricole și domesticirea animalelor au fost totdeauna asociate sau au fost rezultatul apariției simultane a unei culturi pur agricole și a uneia pur pastorale. Dovezile existente ^{2.11.75} par să indice prima variantă. S-ar putea ca la început animalele să fi fost atrase de nutrețul excelent lăsat pe câmp de cultivatorii de cereale și, astfel, să fi fost cu timpul îmblânzite. Domesticirea nu era ceva absolut nou: câinele fusese îmblânzit încă în epoca veche a pietrei. Un indiciu mic care m-a izbit este acela că *secera*, instrumentul aproape universal cu care se secără grânelor, seamănă, prin forma ei și prin dinții cu care era prevăzută la început, cu maxilarul oii sau al altei rumegătoare, foarte eficace într-adevăr la retezatul ierbii *. Secera n-ar fi fost însă inventată dacă n-ar fi existat, chiar în primele faze ale agriculturii, multe oi care să poată fi domesticite. Cultura plantelor agricole este, în orice caz, o descoperire mult mai importantă decât domesticirea animalelor, deoarece fără proviziile necesare de nutreț, de obicei nu este cu puțință întreținerea unui număr potrivit de animale pe o suprafață restrânsă. Pe de altă parte, piața pentru desfacerea cărnii, pieilor și lânii, necesară locuitorilor orașelor, este caracteristică pentru o economie extensivă a creșterii vitelor. Un trib nomad de păstori sau de crescători de vite din șesuri are nevoie de tot atâta teren cât i-ar trebui pentru a vîna aceleași animale în stare sălbatică; dacă n-ar exista o piață de unde să se poată obține arme, podobe și hrană suplimentară, n-ar mai exista nici imbold pentru a schimba satisfacțiile oferite de vînătoarea de animale cu grijile legate de întreținerea lor.

S-ar putea totuși ca cultivarea cerealelor să fi apărut și fără vreo modificare bruscă a culturii, în vreo regiune bogată în care cerealele sălbatice să se fi găsit din belșug pentru a fi culese de femei și păstrate în coșuri în așezări permanente **. Destul de multe semințe erau împrăștiat peste tot pentru a produce recolte care să merite a fi secerate. *Descoperirea* agriculturii reprezintă, probabil, ceva mai mult decât o înțelegere suficient de clară a acestui fapt întâmplător pentru a justifica practica de înșămînțare a cerealelor ca o *sacrificare conștientă* a unei hrane prețioase în scopul de a obține în schimb o cantitate mai mare în anotimpul viitor. Aceasta presupune o anu-

mită stabilitate a așezării, care a putut fi determinată, în orice caz, de suprafața limitată a unui luminiș dintr-o pădure sau a unor terenuri cu apă din stepă. Există dovezi că agricultura a putut să apară pe văile aluvionare formate prin scurgerea apelor de munte, la marginea stepelor, locuri care constituiau un punct de refugiu natural pentru oameni și animale atunci când începea seceta în câmpii.

Intrucât culegerea grânelor era o îndeletnicire a femeilor, este probabil că agricultura a fost o *descoperire* a femeilor și, în orice caz, a constituit o muncă a femeilor, cel puțin pînă la inventarea săpăligii trase de boi sau a plugului confecționat din *săpăligă*, care a provenit din *bățul cu capătul ascuțit* folosit de femei în paleolitic pentru a scoate rădăcini. Acolo unde agricultura și nu vînătoarea era principalul mijloc de obținere a hranei, ea a ridicat rolul social al femeilor, oprind tendința pe care o generase la început vînătoarea de a se stabili descendența nu după mamă (matriliniar), ci după tată (patriliniar). Numai acolo unde predomina creșterea vitelor, ca în locurile care se mărgineau cu așezările agricole s-a produs o trecere completă la patriarhat, așa cum este descrisă în Biblie.

Oricare ar fi originea ei, agricultura a stabilit relații absolute noi între om și natură. De îndată ce omul a putut să recolteze de pe o suprafață mică tot atîta hrană cît putea să vînzeze sau să culeagă de pe o suprafață întinsă, el a încetat să mai ducă un mod de viață parazitar, pe seama animalelor și plantelor. Practicînd agricultura, omul *stăpînea* natura vie printr-o cunoaștere a legilor ei de reproducție și obținea astfel o independență nouă și mult mai mare față de condițiile exterioare. Inițial agricultura a reprezentat, poate, o simplă scormonire a pămîntului sau o operație de grădinărit, făcută pe un petic de pămînt destelenit temporar și apoi părăsit. Era un fel de agricultură nomadă, practică și astăzi de multe triburi. Dar chiar la acest nivel scăzut, practicarea agriculturii a avut un efect revoluționar asupra culturii materiale și sociale a omului. În comparație cu orice alte schimbări produse în epoca veche a pietrei, agricultura a marcat o formă nouă de progres. Ea a dus la un nou tip de societate, *calitativ* diferit de cele anterioare, datorită creșterii *cantitative* considerabile a numărului de oameni care puteau fi hrăniți pe același teritoriu. Vînătoarea trebuia să fie o ocupație aproape continuă, în timp ce agricultura depindea de anotimpuri. În cursul unei anumite perioade a anului, o bună parte din populație putea fi lăsată liberă pentru alte îndeletniciri. Agricultura a deschis astfel noi posibilități și, o dată cu ele, a pus noi probleme.

Meșteșugurile câmpului și cele casnice

Agricultura a adus cu sine o serie de procedee tehnice noi în cultivarea plantelor agricole și în prepararea hranei din ele, ca semănatul, prășitul, seceratul, treieratul, înmagazinarea, măcinatul, coacerea pîinii și fermentarea. O dată cu ele a apărut și o serie întregă de meșteșuguri auxiliare, ca țesutul, care a devenit posibil datorită cantităților mari de lînă și in, sau olăria și construirea de colibe, născute din posibilitățile și nevoile generate de existența unui domiciliu stabil. Construirea de colibe era cunoscută și în epoca veche a pietrei, însă numai în locurile unde se găsea destul vînat pentru a îngădui o așezare permanentă. În comunitățile agricole ea era universală. Totul contribuia la introducerea unui ritm nou în dezvoltarea culturii. Necesități și mijloace materiale existau. Tirania vechilor obiceiuri a trebuit să cedeze în fața noilor condiții. Un factor nou l-a constituit apariția proprietății reale, deși la început aceasta a fost o proprietate *comună* și nu *privată*. În comunitățile vînatorești, cea mai mare parte din ceea ce se producea se consuma pe loc, și singurele bunuri permanente — uneltele de vînatore, ustensilele de bucătărie și îmbrăcămintea — erau în mare măsură în păstrare și folosință personală. Pe de altă parte, într-o comunitate agricolă, pămîntul, vitele cornute mari, colibele și depozitele de grîne constituiau totdeauna *bunuri* mai mult sau mai puțin permanente, deținute în cea mai mare parte în comun, și trebuiau găsite mijloace pentru păstrarea și repartizarea lor. La început, aceasta s-a făcut prin extinderea și complicarea continuă a organizației totemice de grup. De regulă, împărțirea se făcea în părți egale, înăuntrul fiecărui grup, iar schimburile rituale, stabilite amănunțit de datină, se făceau între grupuri cu ocazia anumitor ceremonii, ca, de exemplu, căsătoriile și înmormîntările. Pînă la urmă însă, vechiul sistem de repartiție n-a mai corespuns noilor metode de producție. Trocul a început să ia locul schimbului ritual, indivizii au început să formuleze pretenții asupra produselor muncii lor și astfel a luat ființă *proprietatea privată*, cu consecința ei inevitabilă: *inegalitatea de avere*. Treapta următoare — formarea *claselor sociale* — nu pare însă să se fi dezvoltat înainte de formarea orașelor.

Munca

Agricultura a introdus de asemenea o noțiune nouă în viața socială: noțiunea de *muncă*. În vremurile culturii vînatorești, munca nu era privită ca ceva distinct de celelalte aspecte ale vieții. Acțiunile erau strîns legate de consecințele lor. Fiecare

vina pentru hrana pe care el și ai săi urmau s-o consume imediat. În agricultură însă, roadele muncii erau primite după un lung interval de timp și, totodată, multe dintre aceste operații erau obositoare, istovitoare, lipsite de satisfacțiile vânătorii. Este adevărat că aprovizionarea cu hrană era mai sigură, dar posibilitatea unei vânători cu succes impresionant și a unor ospățuri îmbelșugate era pierdută. De fapt, trecerea de la vânătoare la agricultură a fost trecerea pe care o cunoaștem astăzi din legendele noastre drept „căderea omului”. Omul a părăsit „paradisul”, sau „edenul”, adică terenurile libere și mănoase ale vânătorii, pentru a-și dobândi pâinea în sudoarea frunții.

Știința și noile meșteșuguri

Totuși, însăși această legătură indirectă dintre muncă și răsplata ei pe care a introdus-o agricultura a dus la o mai mare extindere a conceptului de cauză și efect, care urma să devină baza unei științe raționale și conștiente. Astfel, întreaga istorie a vieții animalelor și plantelor a fost supusă acum unei observații atente. Era necesar să se știe cum se înmulțesc și cum cresc și nu numai cum se prind animalele sau cum se culeg plantele. În același timp, noile procedee tehnice care au apărut o dată cu agricultura au introdus și noi noțiuni, matematice și mecanice. *Țesutul* este neîndoielnic o dezvoltare a împletirii coșurilor și amîndouă presupun mai întîi folosirea practică și apoi înțelegerea unor legi care stau la baza *geometriei și aritmeticii*.²⁻⁴⁰ *Formele modelelor* produse la țesut și numărul firelor întrebuintate în producerea acestor modele sînt în esență de natură geometrică, ducînd la o înțelegere mai profundă a relațiilor dintre *formă* și *număr* (fig. 2). *Torulul* a fost, poate cu excepția sfredelului cu arcuș, prima operație industrială conținînd *rotația*, și nu e exclus ca el să fi dus, la rîndul lui, la folosirea roții, care în perioada următoare avea să revoluționeze mecanica, industria și transportul. *Olăria*, pe de altă parte, a fost prima aplicare indirectă a focului și cerea un control mult mai mare decît luminatul, încălzitul și gătitul. Folosirea olăriei avea să lărgască, la rîndul ei, domeniul operațiilor gătitului și să facă posibile topirea metalelor și chimia primitivă.

Epoca neolitică

Perioda dintre descoperirea agriculturii primitive și formarea orașelor este cunoscută de obicei ca epoca nouă a pietrei,

sau epoca neolitică. A fost denumită astfel din cauza folosirii uneltelor de piatră șlefuită în locul uneltelor cioplite din epoca veche a pietrei. În centrele civilizației antice, ea a durat aproximativ din anul 5000 î.e.n. până în anul 3000 î.e.n. Totuși, cultura caracterizată prin unelte șlefuite se întinde pe o perioadă mult mai lungă și, de fapt, există și astăzi multe populații care trăiesc în condițiile culturii neolitice. Actualele culturi neolitice au apărut în două moduri. Unele provin, probabil, nemijlocit din cultura neolitică primitivă, care s-a răspândit larg din centrele inițiale din Orientul Mijlociu; altele provin, probabil, dintr-o emigrare mult mai târzie a popoarelor din epoca bronzului, care, strămutându-se în regiuni unde au fost rupte de civilizația orașelor lor de origine, au pierdut totul, în afară de cultura lor materială neolitică de bază, și au păstrat numai anumite idei ale epocii bronzului, cum ar fi cultul soarelui. Un astfel de grup este, poate, acela al primilor oameni megalitici, săpători ai unor tumuli lungi, care au venit în Anglia acum 4000 de ani. La fel s-a întâmplat cu polinezienii, care s-au răspândit în insulele din Oceanul Pacific în timpul evului mediu.

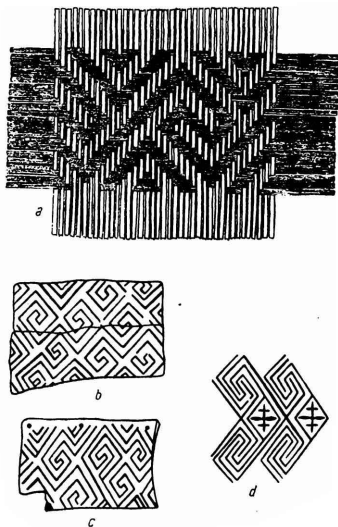


Fig. 2. INFLUENȚA TEHNICII ÎMPLETITURILOR DIN NUIELE ASUPRA ARTEI DECORATIVE (p. 53, 63). (a) Un model de țesătură de rogojină care dovedește că desenele-cheie grecești își au originea în simple alternări. (b, c) Bucăți de fildeș de mamut din epoca paleolitică, găsite în apropiere de Kiev. A se vedea greșelile și deformările. (d) Desen de pe mormîntul lui Tutmes al III-lea (aprox. 1500 î.e.n.).

(După Weltfish, 7-10)

Persistența culturii neolitice pe cea mai mare parte a suprafeței pe care a ocupat-o ea cîndva arată cum omul a ajuns în această cultură la un nou echilibru, dar de data aceasta datorită produselor solului și climei și nu, ca mai înainte, datorită existenței în stare naturală, a animalelor și plantelor.

Apariția ceremonialului religios

Transformarea produsă în baza materială a vieții comunității o dată cu descoperirea agriculturii nu putea să nu aibă o adâncă înfrîurire asupra sferei spirituale, înfrîurire care s-a manifestat în noi ritualuri și mituri. Principala ocupație a comunității neolitice era cultivarea cerealelor. În consecință s-a accentuat și s-a dezvoltat participarea femeii la ritualurile totemice pentru creșterea și reproducția plantelor. Cele mai caracteristice erau ritualurile pentru *fertilitate*, cu ocazia cărora împerecheri ale oamenilor trebuiau să favorizeze obținerea de recolte îmbelșugate. Influența ploii asupra vegetației, observată pe vremea culturii vânătoarești numai indirect, prin efectele ei asupra vieții animalelor, a devenit acum o chestiune de viață și de moarte. Magia imitativă pentru invocarea ploii a devenit al doilea obiectiv principal al ritualurilor.

Această concentrare tindea să dea ritualului și magiei un aspect mai organizat și să ducă la transformarea lor în *forme de dominație și religie*. Primăvara și strînsul recoltelor se sărbătoreau cu regularitate. Se alegeau regine sau regi ai cerealelor, precum și paparude, cărora li se acorda o considerație și puteri speciale, deoarece erau apreciați ca avînd o deosebită importanță pentru viața comunității. Necesitatea îngropării deci a „omorîrii și înmormîntării” grîului pentru a fi posibilă creșterea unei noi recolte a dus la ideea *sacrificiului*, chiar a sacrificiului unei vieți omenești, în care însuși regele sau reprezentantul său era chemat să moară pentru binele poporului.

Cultura rurală

Unitatea economică și culturală caracteristică epocii neolitice este *satul*. Probabil că au trecut multe secole înainte de a se forma îmbinarea complexă dintre operațiile tehnice și economice desfășurate într-un sat, care să-i asigure independența reală pe propriul său teritoriu. Totuși, economia rurală este strict limitată ca sferă și ca posibilități de schimb. Chiar acolo unde în această economie sînt ocupați mii de oameni, ca în unele sate africane de astăzi, ea rămîne o economie în care toți oamenii se îndeletnicesc în cea mai mare parte a timpului cu agricultura sau cu confecționarea unor bunuri de producție locală și consum local. Economia de sine stătătoare a satului neolitic a favorizat răspîndirea lui, însă i-a împiedicat dezvoltarea.

3. 2. Civilizația

Cultura riverană

Primul pas spre o desfășurare pe scară mai întinsă a lucrărilor a avut loc când oamenii au încercat să practice agricultura în largile văi aluvionare ale marilor fluvii, cu maluri neacoperite de păduri dese, ceea ce însemna că ele își aveau cursul inferior în ținuturi secetoase. Ei au început, probabil, să se așeze în regiunea cursului inferior al apelor, unde grăunțele puteau fi însămânțate în mîl, așa cum fac și astăzi triburile de pe cursul superior al Nilului. Apoi au fost secate treptat mlaștinile și săpate canale. Pe de altă parte, este posibil ca agricultura să fi fost practică mai întâi pe întinderi nu prea mari, situate pe cursul superior al râurilor, și încetul cu încetul să se fi deplasat pe cursul râurilor în jos, spre văile largi. Și într-un caz, și în celălalt, exista un stimulent pentru săparea de canale și îndiguire. Astfel a luat ființă un nou sistem de agricultură, bazat la început pe irigația naturală, iar apoi pe cea artificială. Pe un asemenea teritoriu, satul încetează să mai fie unitatea economică naturală. Inundațiile și secetele nu respectă frontierele satului; e nevoie să se ridice diguri și să se sape canale prin munca comună a mai multor sate, iar distribuția apei trebuie făcută în mod echitabil între ele. Dacă se crea o astfel de cooperare, fie și numai între 5—6 sate, recolta de pe pămîntul fiecăruia dintre ele creștea. Aceasta a dus la o nouă sporire cantitativă a producției de alimente, întrucît dădea posibilitate unui număr și mai mare de oameni să trăiască prin cultivarea aceluiași pămînt, ceea ce, la rîndul său, a contribuit la o transformare calitativă a organizării sociale.

Extinderea coordonării activității sociale

Pentru a se obține tot ceea ce putea da agricultura practică în văile fluviilor, era necesară o coordonare a activității sociale pe un teritoriu mult mai mare decît teritoriul obișnuit al unui sat; de îndată ce a fost obținută, ea a fost consolidată prin însuși succesul ei. Simpla extindere a proporțiilor unei lucrări oferă deseori posibilități cu totul nebănuite. Când triburile din satele de pe malurile Nilului s-au unit, de bunăvoie sau prin violență, formînd astfel o unitate economică, ele au ajuns aproape imediat în stare să producă un plusprodus atît de mare, încît în cursul a două sau trei secole au putut suporta uriașa povară economică pe care au reprezentat-o lucrările publice ale primului Imperiu egiptean.

Un alt exemplu, din timpuri mai apropiate de noi, arată cît de important este efectul organizării în sine, fără să fie

nevoie de schimbări tehnice însemnate. Imperiul incașilor din Peru n-a născut din unirea unui număr de triburi independente, care își cultiva fiecare mica lui porțiune de vale, amenajându-și canalele de irigație limitate și trăind din propriile produse. Tribul energetic și dominant al incașilor, care mai târziu a devenit un fel de aristocrație sacră în parte prin acțiunile sale politice pricepute, în parte prin forță, a silit aceste triburi să se unească. În felul acesta, el a făcut cu puțință ca văi întregi să fie lucrate ca o singură unitate, să se sape canale lungi, să se creeze terase pe povișurile munților și să se organizeze o repartitie și o însușire echitabilă a hranei. Ca urmare, secolele n-au rîndul cît a durat imperiul lor, în Peru nimeni n-a fost nevoit să flămînzească. Interesant este aici faptul că acest sistem, deși n-a întrebunțat nici un fel de mijloace tehnice noi, a realizat un plusprodus destul de mare pentru a întreține clasa dominantă a incașilor, „copiii soarelui“, într-un lux extraordinar, dîndu-le totodată posibilitatea să ajungă, în cîteva secole numai, la un nivel destul de înalt de cultură spirituală și să creeze o arhitectură remarcabilă.

Civilizația a putut să ia naștere și să prindă rădăcini numai în văile bine scăldate de apele fluviilor, unde putea fi practică cultura pămîntului prin canale naturale de apă. Mai târziu, ea avea să se răspîndească pe plan local, prin lucrări ingineresti mai complicate, de ridicare a nivelului apei fluviilor pentru alimentarea canalelor situate pe un loc mai înalt, de săpare a puțurilor și de construire a digurilor ; însă pînă la începerea epocii fierului civilizația n-a putut niciodată să depășească prea mult cîmpiile aluvionare. În consecință, civilizațiile primitive erau limitate la un număr de regiuni cu condiții favorabile, dintre care principalele cunoscute de noi sînt acelea din Mesopotamia, Egipt și India, iar cîteva secole mai târziu acelea din văile fluviilor Amu-Daria și Sîr-Daria, Iuanhe și Iantzi.

Originea orașului

Sîntem înclinați să credem că civilizația își trage originea, în primul rînd, din oraș (*civitas*), care i-a dat numele său. De fapt însă orașul a fost o consecință și nu cauza civilizației. Orașul se deosebește de sat prin faptul că cea mai mare parte a locuitorilor săi nu sînt agricultori, nu produc alimente, ci sînt funcționari administrativi, meșteșugari, negustori și muncitori. Înainte ca un oraș să se formeze, nivelul tehnicii agricole trebuie să fie atît de ridicat, încît populația neproducătoare din oraș să poată fi întreținută din plusprodusul creat de locuitorii satelor. După cum am văzut, o astfel de tehnică agricolă cere de la bun început o oarecare organizare centra-

lizată. Aceasta implică un corp de funcționari administrativi care să deservească un anumit număr de sate. Unul dintre aceste sate, în care se află templul celei mai mari divinități totemice, va deveni în mod firesc *orașul*, unde se va strânge și depozita surplusul din celelalte sate. Întrucât nu știm încă unde au apărut primele orașe, trecerea de la sat la oraș ni se pare mai bruscă decât a fost, probabil, în realitate. Dintre orașele existente, cel mai vechi pare să fie Ierihonul, deoarece acolo se găsesc ziduri de cărămidă datînd dintr-o perioadă veche, cînd nici nu exista încă olăria.^{9.35a} În Mesopotamia de jos se poate urmări într-o oarecare măsură trecerea de la sate la micile orașe clădite pe același loc. Toate orașele^{2.46} întemeiate mai tîrziu au fost fără îndoială influențate de ideea sau chiar de experiența a ceea ce trebuie să fie un oraș. Unele documente permit să se presupună că orașele au fost întemeiate prin reunirea unei părți sau a totalității locuitorilor din mai multe sate.

S-ar putea ca orașul să se fi format în primul rînd din satul unde locuia cel mai mare magician al districtului, care se ocupa cu repartizarea apei și după a cărui îndrumare era organizată irigația. Aceasta nu presupune neapărat mari inovații sau o aplicare foarte conștientă a științei. Săparea canalelor și construirea ecluzelor trebuie să fi reprezentat la început doar ceva mai mult decât curățirea albiilor existente și străpungerea bancurilor formate în mod natural, tot așa cum în era noastră desăvîrșitele sisteme de diguri ale Olandei se trag din dunele de nisip și dîmburile de pămînt. Aici, ca la orice început, arta (*technè*) urmează natura (*physe*), după cum spune Teofrast : „...Este limpede că arta imită natura și uneori produce lucruri foarte ciudate”.^{2.44a 139} Dar pentru ca lucrările hidrotehnice să se desfășoare bine, era nevoie să fie administrate de o autoritate investită sau împuternicită printr-o sancțiune religioasă.

După întemeierea orașului apare o nouă diviziune : aceea dintre oraș și sat. Aceasta nu s-a întîmplat dintr-o dată ; secole de-a rîndul, mulți orașeni au posedat și au lucrat pămînturi în afara zidurilor orașului. Plusprodusul rezultat din productivitatea sporită a agriculturii a revenit orașului, din care prea puțin era lăsat sătenilor. Țăranul egiptean din timpurile primelor dinastii se afla, probabil, într-o situație mult mai grea decât strămoșii săi din epoca neolitică, atît în ceea ce privește libertatea, cît și condițiile de muncă, deși avea asigurată o hrană mai bună și mai regulată. Dar nu stătea mai rău, în amîndouă privințele, decât urmașii săi, felahii, dintr-un trecut destul de apropiat.

Evoluția construcției de locuințe

La început, orașele abia se deosebeau de sate : o simplă adunare de colibe, fiecare cu o curte pentru animale, cu locuința pentru o singură familie, formată însă adeseori din mai multe generații, care stăteau împreună cu servitorii și cu sclavii. Pe măsură ce populația creștea se adăugau în curte alte colibe, deseori lipite de prima, formînd primele case adevărate. Acestea au început să fie făcute din cărămidă nearsă, întrucît pericolul propagării focului de la colibele de stuf era prea mare. Viața casei era concentrată în jurul curții ; pereții exteriori nu aveau ferestre. Cînd era cald, familia dormea pe acoperiș, sub un fel de cort ; mai tîrziu au apărut etajele cu ferestre. Spațiile dintre locuințe s-au micșorat și s-au transformat cu timpul în străzi ; unele spații au fost lăsate pentru piețe, iar restul pentru grădini. De jur împrejur, cînd proprietatea privată s-a dezvoltat și a apărut primejdia războiului, s-a construit un zid care a făcut orașul mai strîmt și mai aglomerat. Iar cînd a apărut și primejdia războiului civil, s-a construit o fortăreață interioară sau o citadelă, din care oameni înarmați puteau să stăpînească orașul sau în care se puteau refugia la nevoie *.

Templele, divinitățile și preoții

Orașul era așezat în jurul unui *templu* sau al unei clădiri mari, în care o divinitate, slujită de preoții săi, a înlăturat treptat micul panteon de strămoși totemici locali ai satelor sau s-a situat în fruntea lui.

Instituția *zeilor* este o instituție derivată, în esență, din viața orașului și zeii sînt spiritele gentilice ridicate în rang datorită noilor avuții dobîndite. De aceea divinitatea putea fi și un animal, ca în Egipt, sau putea avea ca dublură un animal, ca Zeus și vulturul său. Primii zei, așa cum îi întîlnim în legende sumeriene de acum 5 000 de ani, erau cît se poate de asemănători oamenilor. Ei își țineau adunările lor, se certau, purtau discuții, lucrurile petrecîndu-se întocmai ca la orice adunare a bătrînilor satului.^{2.20} Mai devreme sau mai tîrziu, în fiecare oraș un zeu și soția sa ajungeau să domine, dar ceilalți zei nu erau desființați, ci li se atribuiau roluri secundare. În același timp, dezvoltarea orașelor a fost marcată prin îndepărtarea din ce în ce mai accentuată a zeului de preocupările tribului și satului și prin identificarea sa, din punct de vedere fizic, cu casa sa din oraș și cu administrația pămînturilor și a proprietăților sale prin preoții săi. De la început, acești preoți au condus orașele și și-au însușit cea mai mare parte din veniturile lor. Ei au fost moștenitorii vrăjitorilor din epoca veche a pietrei și ai regilor-magi din comunitățile agri-

cole primitive, deși în Egipt regele-mag a rămas faraon, domnitor și mare preot. Preoții au format prima clasă conducătoare care dispunea de funcții determinate și bine precizate : ei organizau distribuirea apei și a semințelor, stabileau perioadele de însămânțare și de recoltare, se ocupau de depozitarea grânelor, de strângerea și repartiția vitelor și a produselor lor *.

Slujitorii templului și meșteșugarii

Munca fizică necesară menținerii economiei nu era însă îndeplinită de preot sau era îndeplinită numai simbolic. Se cunosc, de exemplu, imagini ale marilor preoți din orașele antice sumeriene, în care aceștia sînt înfățișați purtînd primul coș cu pămînt de la săparea unui canal, sau ale faraonilor egipteni, mînuind sapa cam în același chip în care urmașii lor de astăzi pun pietrele de fundație. Pentru strângerea, înmagazinarea și păstrarea plusprodusului era însă nevoie de un corp de slujitori ai templului. Templul devenise și el un așezămînt care necesita construcții și întreținere. Totodată era nevoie de slujitori pentru pregătirea ceremoniilor și a serbărilor din ce în ce mai somptuoase. Masa zeului trebuia să fie bine aprovizionată. Firește că zeul venerat aprecia numai esența spirituală a alimentelor, în timp ce preoții trebuiau să se mulțumească cu resturile lor materiale.

Toate aceste activități cereau lucrători care tindeau tot mai mult să se specializeze și care treptat s-au îndepărtat cu desăvîrșire de agricultură. Constructori și tîmplari, olari și țesători, măcelari, brutari și producători de băuturi fermentate se adunau în jurul templului, primind, într-o măsură modestă, o parte din veniturile acestuia. Prima *diviziune completă a muncii* a avut loc cînd acești meșteșugari s-au consacrat îndeletnicirilor lor, detașîndu-se de pămînt. Nimic nu putea fi prea bun pentru zei ; de aceea, folosind materiile prime rezultate din surplusurile de produse agricole, meșteșugarii și-au îmbunătățit cu repeziciune metodele de lucru. Noi meșteșuguri, ca giuvaergeria și prelucrarea metalelor, s-au adăugat la cele vechi. În orașe, vechea organizare gentilică a satelor, subminată încă de la apariția proprietății private, a ajuns să aibă un rol formal sau a continuat să existe în calitate de organizație de breaslă a celor care se îndeletniceau cu anumite meșteșuguri. 2.46.332

Împărțirea societății în clase

Pînă acum s-a scris puțin cu privire la procesul inițial al transformării economiei sătești în economie orășenească. Chiar dacă există date, acestea n-au fost interpretate în întregime. Se

resimte mult nevoia unei analize economice și sociale a orașelor cu adevărat primitive din epoca bronzului, asemenea aceleia pe care ne-a dat-o Thomson asupra orașelor grecești din epoca fierului. ^{2.46} Orașele primitive, atunci când au fost descoperite de arheologi, păreau să fie de mult avansate pe calea *societății împărțite în clase*, legile primitive fiind destul de clare în această privință. În codul lui Hammurabi (aprox. 1800 î.e.n.) găsim, de exemplu, într-o listă de pedepse pentru leziuni provocate cuiva următoarele :

„Dacă un om îi scoate unui alt om un ochi, i se va scoate și lui un ochi.

Dacă cineva îi rupe unui om un os, i se va rupe și lui un os.

Dacă cineva îi scoate unui cetățean un ochi sau îi rupe un os, îi va plăti o mină de argint.

Dacă cineva îi scoate sclavului unui om un ochi sau îi rupe sclavului unui om un os, va plăti jumătate din prețul acestuia”. ^{2.22.6}

Această stare de lucruri presupune existența a trei categorii de oameni. În primele orașe găsim cetățenii împărțiți în categorii după avere, cuprinzând preoții, negustorii și meșteșugarii liberi ; mai existau sclavii casnici și, în afara orașului, țăranii, care erau, de fapt, iobagi ai templului.

Nu putem decât să facem presupuneri în ceea ce privește primele faze de diferențiere a acestei societăți împărțite în clase și, în cea mai mare parte, pe baza unor date mult mai târzii și mai accesibile despre Grecia. Împărțirea societății în clase s-a produs datorită unor modificări tot mai mari în *repartiția* produselor comunității sătești, supravegheată de preoți, care au reușit să rețină o parte din ce în ce mai mare în numele zeului, precum și datorită intrării în rîndurile populației a unui număr de oameni lipsiți de drepturi și străini, care nu aveau nici un fel de drept asupra vreunei părți din produse.

Comerțul și negustorii

Inegalitățile care au rezultat s-au accentuat și mai mult și s-au permanentizat datorită *comerțului*, el însuși născut din schimburile rituale și devenit mai târziu o necesitate. La început comerțul se efectua prin troc simplu, după aceea prin folosirea vitelor cornute mari (*pecunia*) ca unități de schimb sau prin bunuri de valoare, potrivite pentru schimb și ușor transportabile, ca perlele, aurul și argintul, și, în sfîrșit, prin bani. Necesitatea unor negustori specializați a apărut la început din nevoia de bunuri străine, care necesitau călătorii lungi sau chiar expediții armate. Acești *negustori*, la început slujbași ai orașului sau ai regelui, s-au stabilit mai târziu pe cont propriu și au ajuns să trăiască mai cu seamă din negoț.

La început, depozitul și centrul fortificat a fost templul regelui, în jurul căruia se concentra întreaga viață economică. Acolo erau strânse impozitele în natură; de acolo se distribuiau alimentele și materia primă. Majoritatea meșteșugarilor erau de fapt iobagi, primind materie primă și alimente de la stăpînii lor preoți sau nobili în schimbul produselor finite, deși chiar în prima perioadă existau anumiți meșteșugari independenți care își cumpărau materia primă și-și vindeau produsele. Oamenii lipsiți de proprietate își vindeau munca în schimbul unei plăți. Cei nevoiași se împrumutau; cei care aveau de prisos împrumutau cu camătă mare; cei care nu puteau să plătească erau vînduți ca sclavi.

Legea și statul

Legile au fost elaborate pentru a evita ca tranzacțiile să ducă la păgubirea templului sau la vărsări de sînge. Aceste legi se întîlnesc în cele mai vechi documente scrise. În unele dintre ele găsim totul reglementat, pînă și prețurile și salariile, ba chiar retribuția doctorilor. Astfel, în codul lui Hammurabi, găsim că plata pentru îndreptarea unui os scîrîtit sau pentru tămăduirea unei boli de stomac este de cinci sicli pentru un om, de trei sicli pentru un cetățean și de doi sicli pentru un sclav, pentru acesta din urmă plata trebuind să fie făcută de stăpîn.

Forța pe care se întemeia legea nu mai putea să fie, ca în societatea bazată pe vînătoare sau chiar ca în comunitățile sătești, simpla cunoaștere prin tradiție a ceea ce era îngăduit ori tabu sau răspunderea gîtii pentru faptele fiecăruia dintre membrii săi, conflictele lichidîndu-se prin răzbunare sau printr-o despăgubire solemnă. În orașe, unde exista inegalitate socială, era nevoie de un aparat de represiune.

În orașele Mesopotamiei, vechea adunare a cetățenilor, uniți în fața amenințării cu violența dinăuntru sau din afară, a cedat locul dominației unui singur om, fie sub forma de *ensi*, administratorul-șef al templului, fie de *lugal*, marele comandant militar, în același timp preot al zeului. În Egipt, regele-preot de origine divină — faraonul — a fost din prima dinastie șef al statului. Legile erau aplicate și impozitele erau percepute de un corp de slujitori ai templului cu ajutorul unor forțe polițienești. Regele și-a arogat de asemenea dreptul de *pedepsire* prin amendă, închisoare, bătaie sau moarte. Puterea de stat, deși nominal revenea unui individ, depindea de fapt de sprijinul totalității claselor superioare ale preoților și negustorilor și era temperată numai de teama unei răscoale a poporului.

Vom urmări în această carte ascensiunea și decăderea — dezvoltarea și descompunerea — *societății împărțite în clase* în cursul celor 5 000 de ani de existență a ei. O vom vedea, rînd pe rînd, ca o formă socială care ajută, ține în loc sau distruge posibilitățile de progres ale omenirii. Nu poate exista totuși nici o îndoială că la început ea a avut în general un caracter progresist. Ea a dat un uriaș impuls dezvoltării tehnicii și începuturilor unei atitudini raționale față de ea, din care avea să se nască știința.

3. 3. Tehnica 'civilizației

Descoperirea metalelor

Organizarea agriculturii în văile fluviilor și în cîmpii a fost factorul economic hotărîtor în prima perioadă a apariției orașelor. Progresul tehnic cel mai important care a însoțit-o a fost descoperirea și folosirea metalelor, mai ales a *cuprului* și a aliajului său *bronzul*, care a dat numele unei întregi epoci a civilizației primitive. Oricît de uriașă a fost mai tîrziu importanța metalelor pentru dezvoltarea tehnicii și științei, ele n-au putut să capete această importanță de la bun început. Cuvîntul „metal” provine de la o rădăcină din limba greacă însemnînd „a căuta”, ceea ce dovedește raritatea sa. La început, metalele erau atît de rare, încît erau întrebuițate numai la confecționarea articolelor de lux. Agricultură și cea mai mare parte a meșteșugurilor orașenești erau practicate cu unelte de piatră. Metalul nu era nici măcar strict necesar civilizației. Nici unul dintre marile orașe ale triburilor maya sau ale aztecilor nu l-a cunoscut vreodată decît sub formă de podoabe. Toate uneltele lor erau de piatră.

Metalele, în afară de aur și uneori de cupru, nu se găsesc în stare pură, extragerea și prepararea lor cerînd o experiență îndelungată și, poate, chiar experimentarea conștientă. Se poate ca impulsul inițial să fi venit din interesul pe care îl trezeau în omul primitiv, chiar în epoca veche a pietrei, toate obiectele de forme și culori ciudate. Bucățile de mineral nu puteau să nu atragă atenția și, de fapt, s-au găsit astfel de bucăți în coliere și în alte podoabe din acea perioadă. Nu este, probabil, întîmplător faptul că s-a făcut un comerț intens și s-a folosit atît de mult malahitul — mineralul de cupru cel mai ușor reductibil — pentru machierea ochilor în Egiptul predinastic. Folosirea metalelor pentru confecționarea uneltelor trebuie să fi constituit o preocupare secundară.

Primul dintre metalele folosite, pentru că atrăgea cel mai mult atenția în stare nativă, a fost aurul.²⁻¹⁸ Însă bucățile de aur, spre deosebire de pietrele tari și sfîrîmicioase folosite

pentru unelte, erau plastice. Ele puteau fi bătute și modelate, astfel că s-a dezvoltat o tehnică a prelucrării metalului cu mult înainte de a se fi putut extrage metalul din minereu. Bucățile de cupru în stare nativă, deși nu atât de strălucitoare și de frumoase ca podoabe, puteau fi sparte în bucăți destul de rezistente pentru a fi folosite ca unelte. S-a constatat că acest lucru era mai ușor dacă metalul era mai întâi încălzit sau topit și numai după aceea bătut cu ciocanul. Această asociere a metalului cu tehnica prelucrării la cald a dus, probabil, la etapele următoare: la reducerea sau la topirea minereurilor de carbonat de cupru, precum și la topirea și la turnarea metalului produs. Cercetările recente^{2,18} par să arate că lucrurile s-au petrecut în ordinea indicată. Ambele operații cer temperaturi mai înalte decât cele ce pot fi obținute la un foc obișnuit, iar documentele indică legătura lor cu producerea de oale smălțuite într-un cuptor, folosind un puternic curent de aer. O problemă importantă în explicarea originii metalurgiei constă în faptul că localitățile unde s-a găsit cupru pur sau minereuri de cupru oxidate la suprafață sînt situate de obicei în regiuni deluroase, departe de centrele agricole. Deocamdată nu este încă clar dacă metalurgia a luat naștere în regiunile miniere, produsele fiind aduse repede în orașe, sau dacă atât minereurile, cît și metalele au fost acumulate întîi în orașe, iar progresele tehnice au avut loc acolo. Chiar dacă lucrurile s-au petrecut ca în cel de-al doilea caz, dificultățile de transport de la începuturile erei metalului i-au silit pe topitari să se stabilească în apropierea minelor.

Efectele folosirii metalelor

Producerea instrumentelor și uneltelor de metal constituie un nou progres tehnic, marcînd o nouă transformare calitativă în stăpînirea de către om a mediului înconjurător. Unelte de metal sînt mult mai de preț și mai trainice decât unelte de piatră, iar armele de metal sînt mult mai eficace decât cele de piatră, atât împotriva animalelor, cît și împotriva altor oameni dușmani. Vasele de metal rezistă la foc fără să crape.

Pe de altă parte, secole întregi metalele au fost foarte scumpe. Minereul de cupru este răspîndit în locuri îndepărtate și inaccesibile și mai ales în cantități mici, iar minereul de plumb se găsește și mai greu. Amîndouă sînt necesare la producerea bronzului, care, avînd un punct de topire coborît, a făcut cu puțință turnarea. Bronzul este mult mai greu decât cuprul, iar prin folosirea sa metalul a devenit superior pietrei în confecționarea tuturor uneltelor și armelor. Metalele și minereurile lor presupun un comerț la distanțe mari, precum și

un cost al transportului inevitabil ridicat pentru acele vremuri ; aceasta trebuie să fi sporit foarte mult prețul metalelor în orașe. În consecință, folosirea lor s-a mărginit, la început, la podoabe pentru temple, la tacîmurile pentru masa regelui, la unelte pentru meșteșugarii de la orașe, iar mai târziu, cînd războiul a căpătat un caracter mai general, la arme.

Meșteșugul fierarului

Tehnica prelucrării metalului și folosirea uneltelor de metal au avut o importanță uriașă pentru celelalte ramuri ale tehnicii, lărgind cunoștințele meșteșugarului despre proprietățile fizice și chimice ale materiei. Tabla și sîrma erau obținute prin băterea cu ciocanul, prin tragere și turnare ; sudarea, lipirea și nituirea s-au dezvoltat extraordinar de rapid. Aceste procedee tehnice au fost folosite pentru confecționarea de ornamente bogate și complicate, de vase și de statui. Deoarece s-a dezvoltat într-o perioadă relativ tîrzie, spre deosebire de olărie și țesut, prelucrarea metalelor — bronzul, argintul și aurul — se găsea, probabil, de la bun început în mîinile unor corporații de *fierari* închise. Aceasta era o gîntă profesională, unul dintre primele exemple a ceea ce avea să devină întregul sistem al *castelor* inferioare din India. Metalurgiștii trebuie să fi format o corporație foarte închisă, întrucît multe dintre procedeele lor au rămas secrete pînă nu de mult ori s-au pierdut din lipsa oricăror izvoare scrise (p. 432).

Cei dinții fierari, în afară de cei ocupați cu munca în mine și cu topirea metalelor, se îndeletniceau în primul rînd cu prelucrarea metalului din lingouri și deșeuri. Cei mai mulți trebuie să fi trăit în orașe, însă știm după grămezile de deșeuri și uneltele semifabricate rămase în urma lor că ei trebuie să fi călătorit de asemenea prin țară ca un fel de spoitori pricepuți. ^{2.18}

Valoarea uneltelor și armelor de metal nu consta numai în trăinicia lor. Faptul că cu o unealtă de metal se putea face o secțiune mult mai subțire decît cu una de piatră făcea ca părțile ei tăioase să fie netede, fără creștături sau rupturi. În felul acesta, folosirea uneltelor de metal, mai ales a *cuțitului*, *dălții* și *ferăstrăului*, a transformat prelucrarea lemnului și a făcut cu puțință practicarea pe scară largă a *tîmplăriei* și *zidăriei*. Primele mașini, în special căruța cu roți și roata hidraulică, au fost posibile numai datorită metalului. Chiar în meșteșugul de bază — agricultura — săpăliga trasă de boi sau plugul a devenit pe deplin eficace numai atunci cînd brăzdarul de metal a înlocuit piatra.

Transporturile

Descoperirile mecanice ale primei civilizații au avut nu numai scopuri imediate, ci și îndepărtate. Însăși existența primelor orașe a depins de priceperea de a organiza transportul de materiale în cantități mari. Era nevoie de alimente de la țară pentru miile de oameni din oraș; trebuia să se facă schimb de mărfuri cu alte orașe, trebuia să se aducă metale, lemn și chiar pietre din păduri și munți îndepărtați. Aceasta a dus la mari îmbunătățiri și la inovații radicale în domeniul mijloacelor de transport, care aveau să aibă urmări deosebit de mari pentru civilizație și, mai ales, pentru dezvoltarea științei.

Corabia

Civilizațiile timpurii, care s-au dezvoltat mai întâi pe văile fluviilor mari și în jurul deltelor și al lacurilor formate de acestea, trebuie să se fi bazat, de la bun început, în special pe transportul pe apă. Sub imboldul acestei necesități, bărcile primitive scobite din trunchiuri de copaci, plutele făcute din legături de stuf sau din bambus au fost transformate, prin modificări aproape imperceptibile, sub înfrîurirea neconținută a practicii, în *corăbii* solide care puteau să transporte mărfuri în cantități mari. Într-adevăr, prima unificare politică a Egiptului a fost posibilă și chiar necesară datorită folosirii Nilului ca o cale de apă. Primele bărci și corăbii erau puse în mișcare cu ajutorul vîslelor sau lopeților și așa au rămas timp de multe secole. Totuși, la un moment dat, cam la începutul civilizației, a apărut o altă descoperire importantă, aceea a bărcii *cu pînze*. Aceasta a mărit enorm raza de acțiune a navigației, avînd de asemenea o mare importanță ca prima folosire a *forței* fizice a naturii pentru nevoile omului și fiind prototipul morilor de vînt și de apă, al mașinilor cu abur și al avioanelor de mai târziu.

Fluviile și lacurile au jucat rolul de terenuri de experimentare în vederea călătoriilor pe mare, deși în această privință pescarii au luat-o, probabil, înaintea negustorilor. La rîndul ei, călătoria pe mare a pus noi probleme construirii de corăbii, cerînd o construcție mult mai solidă decît aceea a vaselor fluviale. Apoi — și aceasta a constituit un punct de cea mai mare importanță pentru dezvoltarea continuă a științei — călătoriile au ridicat problema orientării corăbiei în larg, de unde pămîntul nu se mai vedea. Metoda cea mai primitivă consta în a trimite o pasăre să caute pămîntul, ca în legenda despre corabia lui Noe. Căutarea pămîntului după stele presu-

punea o oarecare idee despre hartă. Astronomia practică a fost necesară nu numai pentru alcătuirea calendarului, ci și pentru navigație, care se orienta după Soare și stele.

Roata

De tot atîta însemnătate pentru progresul ulterior al tehnicii și științei a fost dezvoltarea transportului pe uscat, care a îmbinat două idei deosebit de importante : folosirea *forței animale* și a *roții*. Animalele erau domesticate și crescute la început pentru hrană, pentru satisfacerea mai largă a nevoilor vechiului vînător. Acum au căpătat o nouă funcție : aceea de a trage căruțe cu roți și de a lua locul femeilor la trasul săpăligii, care s-a transformat astfel în *plug* *.

Animalele au fost folosite la început probabil la transportarea greutăților care se puneau pe samar. Omul primitiv — judecînd în mod pur speculativ, întrucît ne lipsesc orice desene în care să apară astfel — trebuie să fi recurs foarte puțin la călărie, fie chiar și pe măgari. După folosirea samarului trebuie să fi urmat *travois*-ul, o încărcătură legată de două prăjini care se tîrăsc pe pămînt, folosit și astăzi de unele populații siberiene. Totuși nu în această descoperire pare să constea originea căruței, întrucît la cele mai vechi dintre populații găsim jugul și grindeiul plugului și nu oiștea *travois*-ului. Nevoia de a transporta obiecte mai grele care nu puteau fi împărțite în încărcături mai mici, ca trunchiuri de copaci pentru birne sau pietre pentru clădiri mari, a apărut numai o dată cu formarea orașelor. Pentru acest gen de transport, prima soluție a fost *sania*, reprezentînd, probabil, doar o variantă a săniuței vînătorilor din păduri. Săniile grele puteau să alunece la vale, iar pe drum neted se dovedeau utile trunchiurile de copaci care se rostogoleau cu ușurință.

Trecerea hotărîtoare de la sania pe tăvălugi la *căruță* s-a produs, probabil, sub influența orașului, deși, după ce a fost realizată, căruța s-a răspîndit cu repeziciune și în regiunile rurale. Adevărata ingeniozitate a constat în adaptarea unui tăvălug solid la corpul căruței, în așa fel încît acesta să se rotească fără să se desprindă. La căruțele vechi din Mesopotamia și la unele căruțe indiene din ziua de astăzi, osia se învîrtește o dată cu roțile și este susținută de căruță prin curele de piele. Acesta a fost primul *rulment*, deși *ușa* cu balamalele ei trebuie să-l fi urmat de aproape. Treapta următoare a constat din prelungirea extremităților, mai întîi cu grinzi solide pentru a face *roți*, și născocirea unui cerc, la început din piele și mai tîrziu din metal, care să nu le lase să se desfacă. Prima realizare a căruței cu roți pare a reveni sumerienilor, probabil înainte de apariția lor în Mesopotamia. Egipt

tenii, ale căror orașe n-au fost niciodată situate la o depărtare mai mare de câteva mile de Nil, se foloseau de bărci pentru cea mai mare parte a transporturilor; vehiculele cu roți au fost introduse foarte târziu. Roata ușoară cu spițe a carelor de luptă, care se învîrtea cu ușurință, a apărut mult mai târziu, spre sfîrșitul epocii bronzului, deoarece pentru aceasta era necesară îndemînarea *rotarului*.

Aceste descoperiri au avut uriașe consecințe de ordin material și științific. Căruța împreună cu plugul au dat agriculturii posibilitatea de a se răspîndi în toate regiunile de șes și cu mult dincolo de granițele vechilor civilizații. Căruța cu două roți trasă de boi, de la începuturile epocii bronzului, a fost primul prototip al căruței cu coviltir, care peste 4 000 de ani avea să descopere preeriile Lumii Noi. În regiunile de șes, oriunde se puteau întrebuița, plugul și căruța au mărit plusprodusul obținut în agricultură, făcînd posibile în același timp exporturi în alte țări. Pîrghia și planul înclinat, folosite încă înainte la marile construcții de temple și piramide, au pus bazele *mecanicii*. Utilizarea roții, de la care au provenit roata hidraulică și scripetele, urma să ducă la construirea pe aceste temelii a unui nou edificiu al teoriei, care s-a putut desprinde de pămînt și ridica pînă la bolta cerească aflată în rotație. Cele 12 spițe ale roții sacre marcau lunile anului, iar roata în mișcare a devenit crucea soarelui sau zvastica, simbol la început inofensiv, iar mai târziu de sinistră semnificație. În același timp, creșterea posibilităților și a vitezei de transport cu căruța și, încă mai mult, cu corabia, ca și nevoia de a se cunoaște sursele materialelor prețioase, au dus la explorarea organizată și la începuturile *geografiei*.

Descoperirea și dezvoltarea ulterioară a tuturor acestor noi realizări ale tehnicii au oferit un cîmp extraordinar de larg pentru înțelegerea științifică, tocmai în momentul în care nevoile de organizare ale noii civilizații au trezit mijloacele spirituale prin care această înțelegere putea fi exprimată și transmisă.

3. 4. Originea științei cantitative

Calculul, scrierea și știința

Amploarea uriașă a lucrărilor și marile cantități de materiale și de servicii legate de activitatea templului orașenesc au produs acea transformare calitativă care marchează începuturile științei conștiente. În primul rînd, cînd preoții nu s-au mai putut bizui doar pe memorie, ei au fost nevoiți să însemneze, într-un fel oarecare, *cantitățile* de bunuri primite și eliberate. Acest lucru, la început pentru comodatate, a făcut necesară fo-

Iosirea *măsurii* : coșuri cu grâu, oale cu bere, bucăți de țesături. Mai târziu însă, pentru ca acestea să poată fi comparate, a fost necesară o anumită standardizare. S-a adoptat un sistem de măsuri precise — al regelui sau al templului — care treptat, date fiind nevoile comerțului exterior, au fost în parte coordonate între diferitele orașe. Probabil că mai târziu, deși destul de veche, este măsurarea *greutății*, care implică folosirea *balanței*, cu consecințele ei incalculabile pentru știință. Balanța este, desigur, un produs al orașului ; în economia satului nu există nimic care să nu poată fi numărat sau măsurat : o turmă de oi, un car cu lemne. Măsurarea *greutății* este necesară, în primul rând, pentru metalul prețios care nu poate fi măsurat, o „bucată“ fiind ceva prea nedefinit, astfel că este nevoie de cântărire. Balanța, singurul mijloc de comparare a *greutăților*, prezintă toate trăsăturile unei invenții *științifice*. Prototipul său a fost, probabil, cobilița cu coșuri încărcate la capete, *cumpănită* pe umăr. Pentru balanță a fost însă necesară o reducere considerabilă a dimensiunilor ca să poată fi cu adevărat utilă la cântărirea metalelor prețioase (fig. 3).

Numerele și hieroglifele

Mai înainte de standardizarea unităților de măsuri era necesar să se însemne *numărul* obiectelor, fie capete de vite cunoscute mari, fie coșuri cu grâne, care erau adunate sau predate cuiva. La început acest lucru s-a făcut prin simple creștături pe un răboj, apoi prin câte o liniuță trasă pe o tăbliță sau pe o bucată de lut, iar mai târziu printr-un sistem mai dezvoltat de numere mari. La însemnările în care s-ar fi putut uita ceea ce se nota, simbolul numărului era urmat de un desen sau de un simbol convențional care să înfățișeze obiectul numărat.

Prin extindere, aceste simboluri au ajuns să fie întrebuințate și pentru acțiuni, nu numai pentru obiecte, și astfel să reprezinte cuvinte, fie numai prin sensul lor, ca în chineză, fie prin îmbinări în parte de sunete, în parte de sens, ca în cuneiformele din Mesopotamia sau hieroglifele din Egipt, care par să fi fost inspirate de acestea.^{2.20} Desăvârșirea simplificării alfabetului în forma lui actuală, în care simbolurile reprezintă numai sunete și nu cuvinte, a avut loc abia în epoca fierului. În felul acesta, *scrierea*, una dintre cele mai mari descoperiri ale minții și intelectului uman, s-a desprins treptat din operațiile de calcul. După cum spune Speiser, „scrierea n-a fost o invenție cugetată, ci un produs accesoriu întâmplător al celui mai deplin spirit al proprietății private“. ^{2.24} La început s-au scris declarații oficiale cu caracter de propagandă, laude la adresa regilor, imnuri pentru zei și de-abia la urmă s-a ajuns să se scrie lucrări de știință și literatură.

Matematica însă, sau cel puțin *aritmetica*, a apărut chiar înaintea scrisului. Mînuirea semnelor în locul obiectelor (ca simple simboluri) însemna că este cu puțință, pentru prima dată, să se efectueze operații elementare de adunare și scădere fără a număra obiectele reale. Aceasta reprezenta stabilirea echivalenței dintre o mulțime de obiecte și o altă mulțime. A apărut mai întâi mulțimea-standard, cele zece degete ale celor două mîini, unitățile aritmeticii, originea sistemului zecimal. Într-un text găsit într-o piramidă se arată cum sufletul unui faraon egiptean este provocat de un spirit rău să arate că știe să-și numere degetele, acesta trecînd cu succes examenul. Pentru calcule mai complicate, ca și pentru adunări și scăderi, se puteau folosi pietre (*calculi*), care ne-au dat termenul pentru toate *calculele* noastre. Mai tîrziu, acestea au fost înlocuite prin mărgelile, aranjate în grupe de cîte zece, pe sîrme, formînd prima mașină de calcul, și astăzi încă foarte utilă: abacul. Introducerea măsurării a făcut posibilă extinderea adunării și scăderii la cantități.



Fig. 3. PROCEDEE TEHNICE ALE EGIPTENILOR, ILUSTRATE PE MORMINTUL LUI REKHMIRE (aprox. 1470 î.e.n.) (a) Confecționarea frînghiilor (vezi greutatea folosită la răsucit) și confecționarea mobilelor (vezi utilizarea sfredelului cu arcuș, a dălții și a ferăstrăului). (b) Fabricarea cărămizilor și zidăria (vezi folosirea cobiliței). (c) Turnarea bronzului (vezi foalele acționate cu piciorul și lipsa cleștelui). (d) Finisarea vazelor și cîntărirea metalelor prețioase (vezi asemănarea dintre balanță și cobiliță folosită pentru transportul cărămizilor).

Operațiile mai complicate, înmulțirea și împărțirea, au apărut atunci cînd au fost introduse mărimi care puteau fi împărțite, mai ales mărimi legate de lucrările publice, ca săparea canalelor, construirea piramidelor.

Construcțiile au contribuit de asemenea, probabil chiar înainte de măsurarea terenurilor, la întemeierea *geometriei*.

La început, clădirile din orașe erau simple colibe țărănești, făcute din lemn sau stuf. În orașe, cu spațiul lor restrâns și cu pericolul focului, casele din lut lipit și din vălătuci au reprezentat un important pas înainte în comparație cu casele din stuf. Treapta următoare avea să ducă la consecințe și mai importante: descoperirea blocului de lut uscat, turnat într-o formă dată: cărămida. Cărămida s-ar putea să nu fie o descoperire originală, ci numai o imitație, executată din singurul material la îndemână în regiunea văilor, după dalele de piatră apărute în mod natural și folosite la consolidarea zidurilor crăpate, înălțate pe dealuri. Cărămizile numai cu greu pot fi potrivite una lângă alta dacă nu sînt dreptunghiulare, astfel că folosirea lor a dus, în mod necesar, la ideea de *unghi drept* și la folosirea *liniei drepte*, la început firul întins al frînghierului sau țesătorului (fig. 3).

Construcția din cărămidă, practică mai ales la marile clădiri religioase în formă de piramidă, a dat naștere nu numai *geometriei*, ci și noțiunilor de *arii* și *volume* ale figurilor geometrice și corpurilor solide, calculabile cu ajutorul lungimii laturilor lor. La început se putea calcula numai volumul blocurilor dreptunghiulare, însă cerințele construcțiilor de a da o formă ascuțită sau de a așeza pieziș un zid au dus la forme mai complicate, ca aceea a piramidei. Calculul volumului piramidei a constituit realizarea cea mai înaltă a matematicienilor egipteni, anticipînd metodele calculului integral.^{2.35}

Tot din construcție s-a născut și folosirea *planului la scară*. Un astfel de plan al unui oraș, împreună cu rigla arhitectului, este înfățișat pe statuia lui *Gudea* din Lagaș (aprox. 2250 î.e.n.).^{2.28.265} Cu aceste metode matematice, un cîrmuitor era în măsură să facă dinainte planurile tuturor operațiilor unei construcții din cărămidă sau piatră. El putea să calculeze cu destulă exactitate numărul necesar de lucrători, cantitatea de materiale și alimente de care vor avea nevoie, precum și timpul cît va dura lucrarea. Aceste mijloace tehnice au fost repede extinse de la oraș la țară, pentru ridicarea planurilor terenurilor, calculul suprafețelor lor și evaluarea recoltelor în scopul aprecierii veniturilor pe care le-ar aduce. Aceasta este originea *cartografiei* și a *topografiei*. Folosirea acestor procedee practice a dat naștere mai tîrziu termenului de *geometrie* — măsurarea pămîntului. De fapt, *matematica* a apărut în primul rînd ca o metodă auxiliară a producției, metodă devenită necesară și posibilă datorită vieții de oraș (fig. 4, p. 154).

Astronomia și calendarul

Capacitatea omului de a număra și calcula, decurgînd din nevoile practice ale administrării templului, i-a fost de un fo-

los imediat, deschizându-i alte posibilități : întocmirea calendarelor și dezvoltarea *astronomiei* care i-a urmat. Încă din primele timpuri, omul trebuie să fi dat o anumită atenție Soarelui, Lunii și stelelor, dar el era înclinat să se preocupe mai mult de fenomenele violente ale cerului, ca furtunile cu trăsnete și fulgere, decât de fenomenele pe deplin stabile și regulate, ca succesiunea zilelor și nopților. Un calendar așa cum îi trebuia lui era legat de Lună, în jurul căreia se formaseră multe ritualuri și mituri, ^{2.46} dar acest calendar a stimulat la început foarte puțin dezvoltarea matematicii și astronomiei.

O dată cu apariția civilizației agricole, anotimpul a căpătat o mai mare importanță decât luna anului. În momentul în care a trebuit să se planifice o operație agricolă pe scară largă, a devenit necesar să se știe când să se înceapă pregătirile pentru a o efectua. Desigur că natura a dat deseori indicații destul de bune. Cea dintâi indicație, care a degenerat apoi în superstiția *augurului*, a venit de la stabilirea pe cale practică a unei asociații între păsări și anotimpuri. Cucul are însemnătate pentru că vestește primăvara. S-ar putea ca el să fi fost socotit chiar divin, din pricina credinței că ar aduce-o. Un observator atent al naturii posedă un calendar destul de bun fără a-și bate capul să numere zilele.

Cel puțin într-un loc — în valea Nilului — revărsarea apelor este un fenomen anual regulat, pentru care sînt necesare pregătiri din timp. Lungimea exactă a anului — 365,2422... de zile — nu este ușor de stabilit. Ea cere observații îndelungate și atente asupra Soarelui și stelelor. Astfel de observații au fost făcute de preoți în Egipt încă aproximativ din anul 2700 î.e.n. și au dus la întocmirea unui calendar solar care este folosit de mii de ani.

Sumerienii și urmașii lor din Mesopotamia erau prea devotați Lunii pentru a accepta o soluție atât de simplă. Ei și-au asumat, în schimb, sarcina mult mai grea de a pune în acord calendarul lunar cu cel solar. Aceasta cerea observații înregistrate de-a lungul mai multor generații și dezvoltarea unor calcule exacte. Tocmai aici s-a dezvoltat sistemul sexagesimal — împărțirea cercului în 360 de grade (destul de aproape de numărul zilelor dintr-un an), a orei în 60 de minute, a minutului în 60 de secunde — de care ne servim și astăzi în măsurarea unghiurilor și a timpului. Aceste calcule calendaristice erau efectuate cu ajutorul unor *tabele matematice* ample. Aceste tabele provin din cele utilizate la calculele comerciale. Din ele se trage o bună parte din *algebra* și *aritmetica* noastră, inclusiv sistemul deosebit de important al reprezentării numerelor ținându-se seama de poziția cifrelor, la care

avcam să revenim după multe secole adaptând așa-numitele cifre arabe (babilonene, persane, indiene) pe care le folosim și astăzi. 2.35

Astrologia

Practica observațiilor efectuate în templele tuturor civilizațiilor vechi, inclusiv cele ale Americii, s-a extins mult peste nevoile calendarului. Soarele, ca regulator al anotimpurilor și aducător al recoltei, a ajuns să fie adorat ca un zeu. Luna, deși își pierduse supremația de care se bucura pe vremea când ocupația de bază era vânătoarea, era totuși luată în seamă, iar observațiile se extindeau și la strălucitoare stele rătăcitoare, planetele, socotite divinități mai mici.

Toate acestea reprezentau mult mai mult decât era nevoie pentru agricultură sau chiar pentru navigație, însă între timp calendarul și astronomia necesară pentru întocmirea lui căpătaseră o semnificație religioasă. Calendarul însuși era necesar pentru stabilirea unui sistem de sărbători religioase și mai complicate decât în trecut, a căror respectare scrupuloasă era considerată esențială pentru păstrarea ordinii în natură. Și astăzi se sărbătorește duminica, care inițial a fost *zina Soarelui* (Sunday).

Astronomia avea și o altă întrebuințare. Studiul ei a fost legat de la început de religie. Ea se ocupa de lumea cerului, în care spiritele, mai ales cele ale regilor sacri, trăiau după moarte. La început, lumea cerului era înfățișată într-un chip foarte asemănător cu aceea pămînteană. Egiptenii și-o închipuiau ca un acoperiș neted, sprijinit pe dealuri printre care curgea Nilul ceresc — Calea Laptelui. Babilonienii o înfățișau la început ca interiorul unui mare cort dreptunghiular de care atârnav stelele ca niște lămpi *. Numai după descoperirea roții s-a putut imita în mod exact învîrtirea cerului în jurul axei sale și al polului. Astronomia chineză pare a fi pornit de la această idee de rotație. Acest lucru este indicat de vechimea instrumentului chinezesc *pi*, un obiect în formă de roată reprezentînd cerul, care poate fi folosit pentru a stabili poziția stelelor din constelația Ursa Mare. În astronomia chineză, rolul dominant l-au avut timp de mai multe secole stelele circumpolare nu ecliptica. 3.4

Ideea rotației regulate a cerurilor a făcut să se acorde multă importanță mișcărilor corpurilor cerești. Se argumenta că, deoarece aceste fenomene, care se reproduc cu regularitate în cer, influențează natura aducînd anotimpurile, ele trebuie să influențeze neapărat condițiile de viață ale omului. La început, numai ființa divină a regelui se afla în relații cu cerul. Cu timpul, acest privilegiu a căpătat un caracter mai comun

și fiecare om căruia îi dădea mâna să plătească putea să întrebe stelele cum trebuie să se comporte în viață. Cele șapte planete au intrat temeinic în viața de fiecare zi a omului și ele patronează și astăzi zilele săptămânii. Chiar ordinea în care vin — Soarele, Luna, Marte, Mercur, Iupiter, Venus — a fost, la origine, de natură astrologică. Astrologia a fost totdeauna strâns legată de astronomie și, în ciuda greșelilor ei esențiale, a constituit motivul cel mai important pentru care oamenii s-au ocupat timp de milenii cu observarea stelelor. Dacă ei n-ar fi crezut în astrologie, stelele li s-ar fi părut foarte îndepărtate și inutile.

Medicina

O altă ocupație care, ca și astronomia, constituia o profesiune a claselor de sus a fost medicina. Deși prestigiul ei era probabil tot atât de mare, succesele reale ale medicinei, datorită complexității esențiale a organismelor vii au fost mult mai mici. De fapt, un medic din acele timpuri nu putea să facă mai nimic în afară de a trata unele răni, luxații și fracturi și de a încerca să împiedice pe pacient să se omoare singur sau pe rudele lui să-l ucidă printr-un tratament sau regim nepotrivit. Medicii puteau să aibă totuși unele succese în domeniul diagnozei. Aveau, la orașe, destule cazuri care să le dea posibilitatea de a le compara între ele, și astfel de comparații, extinse prin discuții și sistematizate prin tradiție, reprezintă un început de știință. Cu mult înaintea scrierii, medicii și-au transmis tradițiile pe cale orală, mai întâi în cercul închis al breslei lor, care apoi a putut fi lărgit prin învățătură și cooperare de membri noi (p. 130). Din observarea bolilor și chiar din însemnările scrise asupra lor, căci posedăm câteva exemple deosebit de interesante în unele papirusuri egiptene foarte vechi,^{2.9} s-au dezvoltat științele *anatomiei* și *fiziologiei*.

Prognoza — cunoașterea modului probabil în care se va desfășura boala — a avut o deosebită importanță în primele timpuri, întrucât legile, cel puțin la babiloneni, arată că un medic care greșea risca nu numai să fie dat în judecată, dar chiar să i se scoată ochiul dacă, printr-o eroare oarecare, pacientul său pierdea ochiul. De aceea nu este de mirare că multe dintre cazurile descrise în papirusuri egiptene se termină cu cuvintele : „cazul nu poate fi tratat“.

Medicina oficială a sistematizat plantele și substanțele minerale, a căror cunoaștere a fost transmisă, prin tradiție, de la vracii și vrăjitorii culturilor primitive. Unele dintre ele au fost alese datorită acțiunii lor vădite ca purgative sau vomitive ; altele pentru că, deși aveau un efect mai lent, erau folosite în anumite boli ; astfel indienii din America de Sud au

descoperit chinina pentru tratamentul malariei. Majoritatea acestor plante și substanțe reprezenta însă, probabil, magie pură, bazată pe asemănări cu corpul omului, ca în cazul mandragorei. Totuși, medicii de la orașe puteau să călătorească pe teritorii mult mai mari în căutare de medicamente și să organizeze producerea lor. Din această sursă, mai curînd decît din cea a agriculturii, s-au născut știința *botanicii* și primele grădini botanice, în care se cultivau plante medicinale.^{1.39}

Chimia primitivă

Chimia nu s-a ridicat pînă la rangul unei științe recunoscute nici în epoca bronzului și nici măcar spre sfîrșitul epocii fierului. Cu toate acestea, baza ei a fost pusă temeinic prin multiplele observații și practici ale lucrătorilor metalurgiști, ale giuvaergilor și olarilor. Procesul topirii minereurilor, al curățirii metalelor și colorării lor, al adăugirii smalțurilor, toate acestea implică reacții chimice complexe, care urmau să fie studiate prin numeroase experiențe, de cele mai multe ori nereușite. Rezultatele bune erau consemnate în rețete, care trebuiau să fie transmise cu mare grijă și urmate cu scrupulozitate. Nu cunoaștem nici pe departe întreaga amploare a realizărilor acestor chimiști, dar chiar ceea ce știm este destul de impresionant.^{2.37}

Ei cunoșteau cel puțin nouă dintre elementele chimice : aurul, argintul, cuprul, cositorul, plumbul, mercurul și fierul,^{2.18} precum și sulful și carbonul ; de asemenea întrebuițau și deosebeau compuși altor elemente ca cei ai zincului, antimoniuului și arsenicului. Cunoșteau o varietate de reactivi în stare solidă și lichidă, inclusiv alcalini ca potasa și amoniacul (sub formă de urină fermentată) și alcoolul sub formă de bere sau vin. Aparatura lor se limita la vase de pămînt și de metal ; nu aveau alambicuri și nu puteau să lucreze cu alcool și gaze.

Datorită unui imbold puternic, și anume raritatea și scumpețea materialelor cu care lucrau, metoda lor de lucru avea să se schimbe, orientîndu-i spre o știință rațională și *cantitativă*. De la început metalele prețioase trebuiau să fie cîntărite, justificîndu-se cantitățile întrebuițate, iar proporțiile folosite la aliaje trebuiau să fie notate și respectate. *Analiza chimică*, sau *proba*, implicînd separarea metalelor din aliajele obținute sau din minereuri, a apărut în mod firesc din necesitatea de a se recupera metalele cele mai prețioase și de a se preîntîmpina falsificările. Aceasta a constituit o cotitură în istoria chimiei și, deși nu-i putem preciza data, ne putem da seama că a avut loc atunci cînd în locul aliajului natural de aur-argint, *electrumul*, au apărut obiecte de aur curat. Cunoaștem din surse ulterioare unele din procedeele de atunci, ca acela al folosirii

antimoniului, pentru separarea argintului de aur și al cupelației pentru separarea plumbului de argint. Succesul surprinzător și persistența acestor metode sînt dovedite de faptul că o rețetă pentru cupelație descoperită într-un papirus antic egiptean, și anume cenușă de oase umezită cu bere, este și astăzi folosită. Priveliștea uimitoare a bobițelor strălucitoare de argint apărînd dintr-o dată din masa cenușie, inertă a oxidului de plumb a produs o adîncă impresie. Acest fapt a devenit centrul preocupărilor alchimiştilor și a inspirat analogiile spiritiste ale purificării prin foc și ale reînvierii trupului. Poate că tot aceasta este originea cremației (p. 124) (fig. 8, p. 264).

Faptul că nu ne-au rămas lucrări asupra teoriei chimiei vechi, nu înseamnă că aceasta n-a existat. Deși este posibil ca această teorie să nu fi fost niciodată expusă în mod formal, chimiștii din vechime dovedesc, prin produsele lor, că cunoșteau principiile generale ale oxidării și reducerii și puteau să introducă sau să scoată din combinații metaloizi ca sulful și clorul.

Fiind preocupați mai ales de confecționarea podoabelor, acești chimiști se pricepeau foarte bine să producă culori și, întrucît ceea ce îi interesa era aspectul, prețuiau rezultatul după felul cum se înfățișa. Încercînd să facă arama să semene cu aurul, au produs *bronzul*; încercînd să obțină peruzeaua albastră sau lapisul, au produs un *smalt* albastru, din care își trage obîrșia *sticla*. Faptul că reușiseră să stăpînească multe transformări surprinzătoare i-a făcut să creadă că în meșteșugul lor nimic nu era imposibil. Acest optimism științific sănătos avea să degenereze mai tîrziu în superstiția mistică a *alchimiei*.

Primii chimiști nu s-au considerat niciodată chimiști, ci s-au socotit lucrători metalurgiști, giuvaergii și bijutieri. Ei erau tehnicieni cu înaltă calificare, avînd strînse legături cu preoțimea și curtea, dar totodată erau lucrători în domeniul unui meșteșug manual destul de murdar. Cunoștințele lor nu puteau fi considerate ca o știință la același nivel cu astronomia, matematica și medicina. Ele au rămas o artă, dar o artă „neagră”, cu mari posibilități magice (p. 159, 203).

3. 5. Originea de clasă a științei la începuturile ei

Chiar și din această scurtă trecere în revistă a realizărilor științifice ale civilizațiilor timpurii se poate vedea ce progrese uriașe au rezultat, în mod necesar, din formarea orașelor. De asemenea reiese în mod limpede că realizările științifice, spre deosebire de cele tehnice, se mărgineau la cele care decurgeau

din problemele administrării unor vaste teritorii. În consecință, aceste progrese au fost realizate de preoți și se limitau numai la ei, pentru că doar preoților le erau accesibile mijloacele de scriere și de calcul. Însuși termenul de „hieroglifică” (scrierea preoților) dovedește acest lucru. Unirea învățaturii și a științei în mâinile unei clase, în societatea împărțită în clase abia formată, avea să rămână trăsătura ei caracteristică, cu câteva excepții mai importante (p. 888 și urm.), pînă în zilele noastre. Prestigiul matematicii, astronomiei și medicinei ca științe nobile ale civilizațiilor vechi i-a impresionat atît de mult pe greci și, după ei, popoarele evului mediu, încît, dacă lăsăm de o parte muzica, ele au alcătuit bazele învățămîntului superior, în timp ce științe fundamentale, cum ar fi chimia și biologia, mai au și azi de luptat pentru recunoașterea lor în cadrul culturii. În același timp, programul principal al dezvoltării științei pînă în secolul al XVIII-lea — înțelegerea mișcării corpurilor cerești și legătura lor cu circuitul vieții pe Pămînt — a fost stabilit în linii mari încă pe la începutul civilizației vechi.

O trăsătură importantă a tehnicii și a culturii din primele orașe-state a constat în ritmul extrem de rapid al dezvoltării lor, chiar dacă am judeca după criteriile moderne. De exemplu, de la niște simple morminte cioplite în stîncă s-a ajuns, în decurs de două sau trei secole, aproximativ între anul 3000 și 2700 î.e.n., să se construiască piramidele de la Gizeh, cu dimensiunile lor enorme, cu precizia lor geometrică și astronomică și zidăria lor impecabilă. O astfel de rapiditate a dezvoltării presupune, ca și natura lucrării însăși, existența unor oameni pricepuți și energici, dornici să descopere și să experimenteze noi metode într-un imens domeniu de activitate. La început se pare că inovatorii erau în același timp tehnicieni. Legende despre unii eroi ai culturii, ca Imhotep, Tubalcain și Dedal îi arată ca pe niște meșteșugari care au născocit și în același timp au realizat ei înșiși lucruri minunate.

Scribii și lucrătorii

Curînd însă după formarea primelor orașe, aproximativ în epoca primelor dinastii ale Egiptului și a primelor regate din Mesopotamia, devine evident că cerințele organizării sociale pe scară largă au dus la îndepărtarea organizatorilor de la procesele tehnice efective. Pe măsură ce deveneau mai numeroși și mai necesari, cîrmuitorii se transformau într-o castă, separîndu-se net de meșteșugari și tratîndu-i de sus. Un exemplu foarte interesant al acestei noi atitudini se găsește într-un fragment dintr-un papirus egiptean de dată incertă, însă dintr-o epocă îndepărtată. Papirusul pare să cuprindă

îndrumările unui tată către fiul său, pe care îl trimite la o „Școală de scribi“ :

„Am cunoscut munca grea cu brațele — dă-ți inima învățaturii. Am văzut de asemenea omul eliberat de munca cu brațele, nu există cu adevărat nimic mai de preț decât învățătura. Așa cum un om se cufundă în apă, la fel să te cufunzi și tu în cărțile Egiptului... Am văzut pe fierar îndrumându-și calfele, dar am văzut și pe metalurgist trudind în fața cuptorului încins. Degetele lui sînt ca pielea crocodilului, iar el miroase mai rău decât icrele. Dar tîmplarul care ciocănește sau răzuiește are oare mai multă odihnă decât plugarul ? Ogoarele sale sînt lemnul, unelte sale agricole sînt de aramă. Eliberat de munca sa noaptea, el este trudit mai mult decât brațele sale. Noaptea el aprinde o lampă...

Țesătorul care stă într-o colibă închisă are o soartă mai rea decât o femeie. El stă cu genunchii la gură și nu poate respira în voie. Dacă, muncind o zi întreagă, nu poate face cota de țesături care i se cere, este snopit în bătaie. Numai mituind paznicii de la poartă cu turtele (sale) de pîine, mai poate vedea lumina Soarelui... Cît despre meșteșugul de pescar, el este cel mai rău dintre toate meșteșugurile ; într-adevăr, el nu poate trăi din munca sa pe rîu. El este înconjurat de crocodili și, dacă tufișurile de papirus lipsesc, trebuie să strige (după ajutor). Dacă nu i se spune unde se află crocodilul, spaima îi împăienjenește ochii. Într-adevăr, nu există nici o ocupație în locul căreia să nu se găsească alta mai bună în afară de profesiunea de scrib, care este cea mai bună dintre toate.

Omul care cunoaște meșteșugul scrisului este superior prin acest singur fapt, și aceasta nu se poate spune despre nici una dintre celelalte ocupații pe care ți le-am pus în față. Cu adevărat, orice lucrător își blestemă tovarășul. Nimeni nu spune scribului : «Ară ogoarele pentru omul acesta»... O singură zi (petrecută) în camera de învățat este mai bună pentru tine decât veșnicia în afara ei ; munca făcută acolo (durează ca) și munții... Cu adevărat, zeița Rennit este pe drumul zeului. Ea stă lingă umărul scribului și în ziua nașterii sale, și atunci cînd, devenit bărbat, intră în încăperea sfatului. Într-adevăr, nu există scrib care să nu mănînce din bucatele casei regelui (viață, putere și sănătate lui !) ^a. 2.10

După cum se vede, încă de pe atunci ocupația cărturarului sau chiar a conțopistului erau considerate superioare din punct de vedere moral și practic și se socotea că merită efortul extraordinar pe care îl solicitau sistemele fantastic de complicate de scriere și calcul ale primelor civilizații. Administratorii-preoți, eliberați de munca legată de lucrurile materiale, aveau tendința de a elabora metode simbolice proprii și de a le atribui o realitate independentă. Într-un anumit sens, acest lucru a fost util, întrucît a oferit cel puțin cîtorva minți alese timp liber pentru a gîndi, și într-adevăr ele au fost în stare să creeze din aceste simboluri sistemele abstracte ale matematicii. Marile realizări ale calculatoarelor egipteni și babiloneni au constituit temeliile pe care a fost clădită mai tîrziu matematica abstractă a grecilor. Totuși această preocupare pentru simboluri a îngăduit păstrarea unor idei mult mai primitive, ca aceea a magiei asociative din epoca vînației, precum și o și mai mare creștere a credinței în puterea spiritelor.

Și, într-adevăr, o dată cu descreșterea primului impuls al progresului tehnic, magia părea să capete o importanță mai mare ca oricând. De unde pînă atunci fusese o explicație progresistă, deși eronată, a modului cum se petrec lucrurile în lume, ea a devenit o piedică în calea progresului gîndirii creatoare. Venind de la preoți, rupți din ce în ce mai mult de procesele de producție, magia căuta să găsească soluții pentru problemele reale, ceea ce s-a dovedit a nu fi chiar atît de ușor de făcut. Trecînd pe seama spiritelor controlul asupra sănătății sau succesului în viață, ea a împiedicat căutarea de acțiuni utile prin care acest control să poată fi obținut efectiv. Ea a favorizat de asemenea folosirea unor vagi analogii drept apte-zise explicații ale fenomenelor naturale, pornind de la acțiunea spiritelor divine. Lumea naturii era văzută doar ca o versiune amplificată a lumii omului. De fapt, fiecare progres realizat de om în tehnică reprezenta o invitație la încercarea de a înțelege restul universului prin prisma unei astfel de activități omenesti reușite. Principalele mituri despre facerea lumii oferă tocmai astfel de explicații. Facerea lumii este asemuită cu acțiunea unui conducător suprem al lucrărilor de irigare care desparte pămîntul de apă, iar crearea omului cu acțiunea unui olar suprem care îl modelează din lut. Astfel de mituri sînt mai curînd *tehnomorifice* decît *antropomorifice*.

Ținînd seama de dificultățile uriașe pe care le reprezenta formularea unor teorii științifice generalizate înainte de a se fi elaborat limbajul științific, putem recunoaște în multe mituri prototipuri ale teoriilor științifice. În aceste mituri, forțele naturii sînt personificate, dar este posibil ca autorii lor, preoții, să fi folosit această personificare doar ca un procedeu pentru a-și exprima ideile. Teoriile pe care le conțineau au fost, desigur, înțelese cu ușurință de grecii ionieni, care și le-au însușit fără să vorbească de zei (p. 120). ^{2.47 ; 2.21}

Pînă ce știința n-a atins un anumit nivel de dezvoltare, cînd cea mai mare parte a mediului înconjurător, care are importanță pentru omenire, putea fi stăpînită în mod rațional prin acțiuni directe — și această realizare este foarte recentă — a fost foarte greu să se dovedească neputința teoriei „spiritiste” de a oferi omului o putere practică asupra naturii. Credința în spirite nu părea să aducă mai mult rău decît oricare alta, iar printr-o îmbinare judicioasă a credinței cu posibilitatea se putea socoti că ea acționează foarte bine. De obicei oamenii se refăceau după boală, recoltele dădeau rod, iar pe Soare te puteai bizui că va răsări în fiecare dimineață.

Atîta vreme înșă cît oamenii au crezut în explicația prin spirite a fenomenelor naturii, progresul științei a fost serios ținut în loc. Nu numai că orice încercare de a ajunge la o înțelegere și la un control rațional era socotită de la bun început fără rost, dar ea mai putea fi și dăunătoare, întrucît spiritele s-ar fi simțit, desigur, jignite de asemenea încercări de a le răpi din prerogative. Cu alte cuvinte, aceasta ar fi constituit o amenințare pentru viața preoților, care erau vital interesați într-o teorie spiritualistă magică asupra universului, mai ales după ce organizația inițială a templului s-a destrămat, iar preoții au ajuns să depindă tot mai mult de daniile credincioșilor.

Primejdia pe care o reprezenta pentru aristocrația preoțească încercarea de a se pune stăpînire pe forțele naturii constituie sensul fundamental al mitului lui Prometeu.^{2.45} Focul a aparținut de la început cerului; omul nu avea nici un drept să și-l însușească. Ceea ce doreau preoții era evlavia, practica neîntreruptă a ritualurilor, a jertfelor de înduplecare, respectarea strictă a tuturor tabuurilor și resemnarea în fața voinței zeilor. Atîta timp cît aceste concepții erau sprijinite de autorități — și ele încă n-au dispărut din societate — era o nelegiuire să cercetezi prea îndeaproape modul cum se petrec lucrurile în univers. Astfel de cercetări atrăgeau neapărat mînia puterilor cerești, iar pedeapsa lor se putea abate nu numai asupra cercetătorului, ci și asupra întregii societăți. Forțele religiei au fost de la bun început identificate îndeaproape cu menținerea dominației de clasă. Atunci cînd, după cîteva secole de la formarea orașelor, clasele guvernante au încetat de a mai sprijini progresul tehnic și material, religia a avut menirea să împiedice progresul intelectual.

3. 6. Succesele și eșecurile primelor civilizații

Luete în întregul lor, primele civilizații au reușit totuși să realizeze și să mențină un progres uriaș în domeniul tehnicii și al ideilor. Înaltul nivel al realizărilor lor tehnice este dovedit de faptul, atît de obișnuit încît aproape nu-i dăm nici o atenție, că în cea mai mare parte a vieții noastre sîntem înconjurați și ne folosim de obiecte create în timpul acela și foarte puțin modificate de-a lungul celor 5 000 de ani care au trecut. Scaunele și mesele noastre nu s-au schimbat din vremea în care primii tîmplari egipteni au rezolvat problemele dificile ale îmbinării lemnului. Fotoliile cu fundul împletit și cu picioarele în formă de gheară sînt cunoscute aproximativ din anul 2500 î.e.n. Trăim încă în camere cu pereții și tavanele de piatră, cărămidă și tencuială; mîncăm din farfurii de aceeași formă, purtăm haine făcute după același model.

Nici chiar instituțiile noastre sociale nu s-au schimbat într-o măsură prea mare ; schimbările sînt mult mai puțin profunde decît trecerea de la instituțiile comunităților primitive la acelea ale primelor orașe. Avem negustori, magistrați și soldați, așa cum au avut și ei, iar problemele politice din timpurile noastre nu le-au fost nici lor necunoscute. Cu alte cuvinte, cei mai mulți dintre noi trăim încă în societatea împărțită în clase care a luat naștere o dată cu primele orașe.

Stagnarea tehnică

Puternicul avînt al descoperirilor tehnice, care s-a produs o dată cu începuturile vieții orășenești în văile marilor fluvii din Mesopotamia, Egipt, India și China, n-a durat mai mult de cîteva secole, aproximativ din anul 3200 pînă în anul 2700 î.e.n. El a fost urmat de o perioadă relativ lungă de stagnare culturală și politică. Unele orașe s-au ridicat și au dispărut ; o dinastie de regi-preoți a luat locul alteia. Au existat năvăliri ale barbarilor și chiar dinastii barbare, dar nu s-a produs nici o schimbare esențială în modul de producție. Acesta a rămas bazat pe agricultura irigată, la care se adăuga negoțul cu regiuni străine. Toată bogăția care se acumula și se consuma în orașe provenea din plusprodusul obținut în agricultură, a cărei dezvoltare era determinată de nevoile orașului. Plusprodusul era relativ mic, astfel încît din el putea fi întreținută numai o parte relativ mică a populației, care tindea să formeze o clasă aparte. Urmașii primilor administratori care lucraseră la îmbunătățirea metodelor tehnice ale agriculturii s-au rupt tot mai mult de procesul de producție. Singura lor preocupare era să-și însușească o parte pe cît posibil mai mare din produse. Din fâuritori ai bogăției, ei au devenit exploatare. Ei cereau din ce în ce mai mult pentru folosința lor personală și pentru construirea și întreținerea unor temple și morminte tot mai somptuoase. Aceasta însemna sărăcirea și înrobirea de fapt a țăranilor și meșteșugarilor de la orașe și a dus la conflicte care au slăbit orașele-state și în cele din urmă au pus capăt progresului lor intelectual și tehnic.

Cunoaștem amănunte destul de complete asupra unor astfel de evenimente. În orașul Lagaș din Sumer, pe timpul acela — anul 2400 î.e.n. — cel mai mare oraș al Mesopotamiei de sud, a avut loc ceea ce s-ar putea numi fără a greși o revoluție socială. Un anume Urukagina se pare că a smuls puterea din mîinile domnitorilor dintr-o altă dinastie și a introdus o serie întreagă de reforme sociale, menite să limiteze asupra din partea administrației, preoțimii și bogătaşilor. Însemnări asupra acestor fapte au ajuns pînă la noi și în ele sînt scoase în evidență contrastele dintre regimul vechi și cel nou. Mita

și corupția au fost înlăturate, cei dovediți că le-au practicat au fost concediați, a fost redusă întreaga armată de funcționari și inspectori bine retribuiți. Preoților li s-au suprimat multe dintre privilegiile, iar taxele pe care le puneau pentru înmormântări, căsătorii, divorțuri și ghicit au fost reduse la o treime sau chiar la mai puțin.

Aceste reforme n-au durat însă mult timp. Noul regim n-a distrus, ci numai a frânat clasa dominantă, ai cărei membri au folosit primul prilej pentru a se alia cu stăpînitorul orașului rival Umma, pornind un război în cursul căruia orașul Lagaș a fost jefuit și distrus. Unul dintre preoții loiali față de Urukagina înseamnă cu tristețe pe o tăbliță : „Regele Urukagina din Girsu n-a păcătuit cu nimic. Cît despre Lugal Zaggisi, patesi din Umma, fie ca păcatul lui să cadă asupra capului zeiței sale Nidaba“ ^{2.28.176} Succesul cuceritorului a fost de scurtă durată. A fost și el învins, la rîndul său, de Sargon, primul rege al Akkadului, întemeietorul primului imperiu al lumii, care era sau pretindea a fi, ca și Moise, un copil găsit, crescut de un grădinar.

Războiul

Sfîrșitul acestei întîmplări scoate la iveală o altă sursă importantă a lipsei de echilibru în economia primelor orașe : violența organizată, războiul. Limitele firești ale exploatarea populației agricole locale puteau fi depășite printr-o extindere a teritoriului subordonat orașului. Pînă la un punct, acest lucru putea să se petreacă în mod pașnic. Dar dacă mai multe orașe urmau aceeași politică pe un teritoriu restrîns, aceasta ducea la conflicte și la dezvoltarea unui nou fenomen, acela al războiului. Războiul, în întreaga accepție a cuvîntului, este într-adevăr un produs al civilizației. Luptele care se iscau între triburi în faza vînației sau chiar în aceea a creșterii viteilor prezentau mai curînd caracterul unor meciuri de fotbal decît al unor campanii de durată. Deși deseori erau foarte crîncene, aceste lupte nu puteau să aibă decît un efect extrem de redus asupra unei societăți în care, în orice caz, era imposibil ca mari corpuri de luptători să fie concentrate sau menținute pe cîmpul de luptă mai mult decît cîteva zile în șir. Îndată după formarea orașelor, această situație s-a schimbat însă cu desăvîrșire, armatele putînd fi acum bine echipate și hrănite din stocurile păstrate în depozitele de alimente create prin supramuncă. Clasele superioare, cărora le erau subordonate autoritățile orașelor, erau interesate din punct de vedere economic să ducă războaie. Averele lor depindeau nemijlocit de suprafața pe care o puteau exploata, iar pămîntul cultivabil putea să fie luat de la un alt oraș împreună cu țărani care-l

lucrau. Afară de aceasta, exista posibilitatea de a lua ca pradă materiale, animale și oameni.

Războiul a făcut din recrutarea și din conducerea armatelor o necesitate vitală și lucrul acesta a schimbat caracterul armurii și statului. Funcția principală a șefului statului s-a schimbat din aceea de conducător al agriculturii și al lucrărilor publice în aceea de conducător al războiului, adică din preot în rege. Un alt efect a fost înrăutățirea situației sociale a femeii. În prima fază a civilizației, femeile și-au păstrat marea importanță pe care o dobândiseră în epoca culturii sătești. Pe măsură ce războiul a căpătat mai multă însemnătate, funcțiile lor administrative au fost preluate de bărbați, deși ele n-au căzut niciodată în situația de sclave casnice, așa cum avea să se întâmple în epoca fierului.

Ducerea războiului și tehnica. Inginerul

Pe măsură ce ducerea războiului a devenit mai mult o regulă decât o excepție, iar orașul a început să se deosebească de sat prin zidul său de apărare și *citadela* sa fortificată, orientarea tehnicii a început să fie influențată tot mai mult de nevoile armatelor. Chiar și știința, de curînd apărută, s-a dezvoltat în aceeași direcție. Progresul tehnic în producția armelor a continuat chiar și atunci cînd în celelalte privințe aproape că încetase. Să ne gîndim la prestigiul atribuit în legendă unor figuri ca Vulcan sau Wayland fierarul, ca să ne dăm seama de importanța pe care o reprezintă armurierul pentru războinic. Și mai importantă a devenit cu timpul descoperirea mașinilor de război, cum ar fi catapultele și turnurile mobile, care cer cunoașterea unor principii de mecanică. Necesitatea de a construi și deservi astfel de mașini, de a construi valuri de pămînt și de a săpa șanțuri a dat naștere profesiei de *inginer*, în primul rînd ca o profesiune militară, deși la început formarea calificării sale a fost de origine civilă.

Alte aspecte mai îndepărtate ale războiului au stimulat de asemenea dezvoltarea științei. Printre cele mai importante au fost problemele aprovizionării armatelor, cuprinzînd și construirea de drumuri și canale,^{2.60} ca și planurile de fortificații, unul dintre cele mai vechi exemple de plan la scară (fig. 4, p. 154). Platon considera că singura aplicație practică a geometriei o constituie alcătuirea de rînduri și coloane într-o armată. Fără război sau fără sistemul social care i-a dat naștere, meșteșugurile pașnice s-ar fi putut dezvolta mult mai repede. Dar în legătură cu asocierea dintre știință și război se poate spune cel puțin că războiul a menținut știința în viață într-o vreme în care celelalte aspecte ale culturii erau în declin.

Comerțul și imperiul

Datorită în parte războiului, în parte unui sistem de alianțe bazate pe comerț, orașele-state inițial independente au tins să se contopească în unități mai mari, fie sub predominarea stabilă și covârșitoare a unui singur oraș, ca Memfis în Egipt, important nu atât prin el însuși, cât ca orașul sfânt al regelui-zeu, fie sub dominația rînd pe rînd a mai multor orașe, ca *imperiile* succesive din Ur, Larsa, Isin și Babilon în Mesopotamia. În Egipt, concentrarea puterii în mîinile regelui-zeu, faraonul, și ale administrației sale preoțești (*per-aab* înseamnă casă mare, palat) a fost atât de mare, încît s-au putut întreprinde lucrări uriașe și din punct de vedere economic nerentabile ca piramidele. În Mesopotamia, orașele se deosebeau mai puțin între ele și, deși luate laolaltă cheltuielile nefolositoare ale clasei superioare au fost, poate, la fel de mari ca în Egipt, aceste orașe n-au fost niciodată atât de concentrate. În India, înaintea invaziei ariene existau mari orașe-state cu cetăți, temple și băi asemănătoare celor din Mesopotamia, însă, neînțelegîndu-le scrierea, știm prea puțin despre ele pentru a le putea stabili structura socială.^{2.37a} În China veche, prestigiul împăratului, fiul cerului, pare să fi corespuns mai mult aceluia al faraonului, deși, în cursul unei mari părți din istoria ei, China a fost împărțită într-un număr de state care se războiau între ele.

Imperiul și zeul suprem

Unul dintre rezultatele dezvoltării imperiilor a fost creșterea autorității zeului orașului principal, care capătă precădere asupra zeilor din orașele alăturate sau cucerite. Amon, la început berbecul-totem al nomei sau parohiei Teba, s-a contopit, o dată cu creșterea Imperiului teban, cu șoimul-totem, care reprezintă pe zeul-soare Ra, devenind Amon-Ra, zeul zeilor. Zeul local, Marduk, a devenit la fel de important în Babilon. Puterea zeului a crescut și s-a pierdut o dată cu aceea a imperiului, însă a lăsat în urma ei ideea de zeu suprem, stăpînitor al întregii lumi. *Ehnaton* a încercat să înfăptuiască această idee în mod oficial în Egipt, introducînd cultul discului soarelui, dar n-a izbutit. Triburile, pe atunci cu totul necunoscute, ale evreilor aveau să reușească s-o traducă în viață, întemeind monoteismul modern.

3. 7. Răspîndirea civilizației

În timp ce în centru civilizația se afla în stare de declin, influența ei se răspîndea din ce în ce mai departe. Existența imperiilor a accentuat o problemă care trebuie să se fi pus o

dată cu începuturile civilizației din văile fluviilor, și anume raporturile dintre orașele-state și vecinii lor mai puțin dezvoltăți din regiunile de șes și de dealuri. Civilizația a adus mijloace tehnice mai bune, ca plugul, roata și secera de metal, care puteau fi folosite și la lucrul altor pământuri decât celea pe care au apărut. În consecință, ea a avut tendința să se răspândească în diferite feluri. Unul dintre ele a fost simpla emigrație. Sătenii, atunci când teritoriul orașului nu reușea să absoarbă populația în creștere, plecau cu cirezile și căruțele lor spre ținuturi mai sălbatice și mai puțin locuite, dar mai întinse, și astfel comunitățile sătești s-au răspândit pe toate pământurile arabile ale Europei, Asiei, Africii și, poate, chiar ale Americii. În cursul acestei răspândiri, multe dintre produsele mai complexe ale civilizației s-au pierdut, desigur, ori s-au simplificat, astfel că este greu să se facă deosebirea între emigranții civilizați, care au preluat obiceiurile locale, și bășinașii aparținând unor culturi mai primitive, care au dobândit, pe calea transmiterii de la un vecin la altul, unele mijloace tehnice ale civilizației.

Un alt mod de răspândire a civilizației a fost răspândirea ei prin negustori și, mai ales, prin cei ce căutau și extrăgeau metale, aceste spirite mai aventuriere de la orașe care plecau în regiunile sălbatice de la graniță nu pentru ca să se stabilească acolo, ci pentru ca să strângă produsele locale de valoare, în special pietre prețioase, metale și aur. Deoarece negustorii trebuiau să dea în schimb produse ale orașului, ei au contribuit la răspândirea necesităților și, într-o măsură mai mică, a metodelor de producție ale civilizației. Totodată, ei intrau în mod inevitabil în conflict cu populația locală și cereau atunci ajutorul cîrmuitorilor orașelor lor ca să-i apere. Aceasta a dus la un al treilea mod de răspândire a civilizației, prin intervenție politică și militară, pe care însă o asociem cu *imperialismul*. Documentele referitoare la domnitorii din Egiptul antic și din Mesopotamia sînt pline de relatări asupra expedițiilor de pedepsire sau de jefuire în munții de aur, în țara de fildeş sau în insulele cu perle. Pe de altă parte, amestecul nu se limita la acțiuni militare; tot atît de bine se putea înfăptui și prin descoperirea și folosirea antagonismelor dintre triburile străine sau dintre grupurile rivale dinăuntrul lor. *Diplomația* a premers cu mult civilizația clasică.

Primii barbari

Expedițiile au dus uneori la extinderea așezărilor de sub controlul orașului dominant, ca, de exemplu, așezările miniere babilonene de la Dûr-Gurgurri, deși această formă de *colonie* este mult mai caracteristică unei epoci mai târzii, epocii fie-

rului. Principalul rezultat a fost apariția unei împotriviri crescînde față de stăpînirea orașelor-imperii. Cu timpul, instituțiile popoarelor care se întindeau pe o suprafață de sute de mile în jurul centrelor de civilizație s-au schimbat prin contactul cu această civilizație. Acestea erau zone înconjurate de *barbari*. Barbarii știau să folosească diferite obiecte ale culturii materiale a orașelor, mai ales pe acelea care erau ușor de transportat și care aduceau cît mai puține schimbări în obiceiurile lor. Acestea erau în primul rînd armele, care, deși costisitoare, puteau să aducă un beneficiu mult mai mare decît costul lor dacă erau folosite în expediții de jefuire a centrelor mai bogate.

Instituțiile de trib ale barbarilor s-au transformat și ele sub influența proprietății private, care a accentuat rolul războinicului și a mărit autoritatea șefilor militari. Urmările au fost mai mari în sfera culturii popoarelor de păstori, care, din cauza modului lor de viață nomad, nu voiau să se asimileze cu populațiile civilizate, de care depindeau totuși în privința multora dintre necesitățile lor, de pildă a uneltelor și armelor, precum și a podoabelor, pe care nu se pricepeau să le producă.^{2.1a} Relațiile dintre barbari și orașele-state au fost variate și complexe. Imperiile puternice așteau un trib barbar împotriva altuia, le jefuiau și le înrobeau. Imperiile slabe erau interesate să aducă sclavi și soldați barbari.^{1.6} Pînă la urmă, acestea erau deseori răsturnate cu desăvîrșire și conduse de dinastii barbare, care, de obicei, își însușeau curînd cultura orașelor.

Sclavagismul

Un rezultat al relațiilor dintre orașele-state și barbari a fost importanța mereu crescîndă pe care a dobîndit-o sclavagismul. Instituția sclavagismului, ale cărei efecte nefaste au însoțit omenirea pînă în ziua de astăzi, datează de la începuturile culturilor riverane. În vremea vînătorii sau agriculturii primitive, plusprodusul era foarte mic. Un om care muncea obținea extrem de puțin peste ceea ce îi trebuia ca să se întrețină. Prizonierii luați în luptele dintre triburi, dacă nu erau uciși, de obicei erau declarați membri ai tribului; nu aveau nici un rost să fie făcuți sclavi.

Pe de altă parte, în țările civilizate, un muncitor agricol putea să producă mult mai mult decît costa întreținerea lui. Aceasta a făcut din capturarea și din folosirea sclavilor o afacere atrăgătoare. Expedițiile avînd de scop capturarea de sclavi din alte orașe sau — lucru mai ușor și mai rentabil — din rîndurile barbarilor, au devenit curînd o practică obișnuită.

Dezvoltarea deplină a agriculturii bazată pe sclavagism n-a avut loc pînă în epoca fierului, însă a început să-și exer-

alte efectele nefaste asupra civilizației încă de la începutul epocii bronzului. În cele mai vechi sculpturi sumeriene, din jurul anului 3000 î.e.n.,^{2.28} sînt reprezentați prizonieri legați destinați sclaviei. Existența sclavilor, lipsiți de proprietate și de drepturi, nu putea să nu influențeze în rău situația lucrătorilor liberi. Deoarece erau identificați cu sclavii, munca lor era socotită bună numai pentru sclavi și înjositoare. Lucrătorii liberi aveau puține stimulente și posibilități de a îmbunătăți mijloacele tehnice, sclavii nici unul, iar clasa superioară le disprețuia. Ca o consecință, studiul științific, care reputea atîtea succese în științele superioare: matematica, astronomia și medicina, s-a rupt cu totul de problemele și cunoștințele legate de meșteșuguri și multă vreme nu s-a extins asupra meșteșugului negru al chimiei sau asupra agriculturii, considerată o treabă pentru cei de jos.

Efectele politice nefaste ale sclavagismului au fost deseori imediate. Cu cît un oraș depindea mai mult de sclavi, cu atît era mai puțin capabil să-și organizeze apărarea și cu atît mai multe posibilități aveau barbarii de a lua cunoștință, ca sclavi lușiți sau mai târziu ca soldați mercenari, de tehnica militară din orașe și de a folosi aceste cunoștințe pentru a le distruge.

Decadența

Cu multe secole înainte de căderea lor, aproximativ după anul 1600 î.e.n., civilizațiile vechi ale Occidentului, dar nu și cele ale Chinei, păreau să fi pierdut orice capacitate de transformare progresistă și decădeau tot mai mult. Deși se mai păstra cadrul vieții civilizate, arta și literatura deveniseră convenționale, iar religia tindea să se îngroape într-o masă tot mai complexă de ritualuri care pot fi numite foarte bine superstiții. Deși s-au pierdut ori au fost uitate multe lucruri, unele cunoștințe științifice, ca observația astronomică, au fost păstrate și chiar dezvoltate; altele au degenerat în superstiții, ca examinarea atentă a ficatului animalelor jertfite, care era folosită pentru prezicerea viitorului. Acesta este numai un exemplu de folosire a studiului sistematic al fenomenelor necunoscute în scopul prezicerii viitorului, altele fiind chiromanția (sau ghicitul în palmă), oniromanția (sau interpretarea viselor); multe dintre ele au continuat să existe și în timpurile noastre, fie în forma lor inițială, fie ca jocuri de noroc și dexteritate, ca zarurile, jocurile de cărți și șahul, derivat din acestea. În măsura în care au contribuit la ascuțirea puterii de observație și la perfecționarea metodelor de sistematizare a rezultatelor, ele au adus o anumită contribuție la știința experimentală. O descoperire importantă, aceea a busolei, a fost făcută, probabil, de un geomant chinez (p. 235).

3. 8. Moștenirea civilizației timpurii

Cu toate acestea, ceea ce a rămas să fie transmis urmașilor trebuie să fi reprezentat un impresionant și prețios bagaj de cunoștințe, mult mai mult decât ne-ar putea descoperi vreodată lopata arheologului. În același timp, arheologul este în măsură să cunoască multe lucruri pe care nu le pot cunoaște oamenii care trăiesc câteva sute de ani după fiecare eveniment. Deși sursele cunoașterii au putut fi uitate, multe dintre părțile ei utilizabile au fost, probabil, asimilate într-o formă nerecunoscută. Atâta timp cât cunoașterea și practica erau vii, ele puteau fi învățate pe cale orală și prin exemplul acelora care se îndeletniceau cu ele. Numai un anumit volum al cunoașterii putea fi asimilat de culturile noi cu structuri sociale și economice diferite. Imensul bagaj de cunoștințe istorice, de poezie și literatură al acelor timpuri s-a pierdut în mare parte, neputându-se descifra caracterele hieroglifice și cuneiforme în care au fost scrise. Puținul care a supraviețuit în Biblie ne arată nivelul la care ajunseseră. O bună parte din știința preoților trebuie de asemenea să se fi pierdut. În ce privește mijloacele tehnice, situația este mai bună; atât obiectele de uz curent ale omului civilizat, cât și uneltele cu care au fost realizate ele au supraviețuit, în mare parte fiind folosite și astăzi (p. 90).

Știința și mijloacele tehnice ale epocii fierului și chiar cele ale grecilor se trag, în bună parte, din acelea ale lumii mai vechi, de cele mai multe ori fără ca acest lucru să fie recunoscut. Într-adevăr, în ceea ce privește mijloacele tehnice care sînt întruchipate în obiecte materiale și durabile, putem fi siguri că așa stau lucrurile. Multe idei sau descoperiri au fost atribuite vreunui filozof grec numai fiindcă el a fost primul filozof cunoscut nouă care le-a exprimat sau pe seama căruia au fost puse. Cercetările ulterioare dezvăluie deseori o origine mai veche a unor idei sau descoperiri, în Egipt sau Mesopotamia, și nu avem nici un motiv să credem că actualele opinii ale arheologiei sînt definitive.

Moștenitorii civilizației vechi, oamenii din epoca fierului, nu aveau nici o îndoială asupra măreției și însemnătății imperiilor la a căror distrugere contribuiseră și ei. Ecouri ale vieții din acele timpuri se pot găsi în „Iliada” și „Odiseea”, care vorbesc și ele despre prădarea orașelor și despre piraterie. Poeții scriau despre viața lor grea și cultura lor săracă în contrast cu puterea, luxul, frumusețea și, mai presus de toate, traiul pașnic al vechilor orașe. Ei venerau înțelepciunea celor vechi și priveau cu melancolie înapoi la vîrsta de aur.

Perioada cuprinsă în acest capitol este una dintre cele mai importante din istoria omenirii, și mai ales din istoria științei. De la mijlocul celui de-al doilea mileniu î.e.n., un număr de cauze — tehnice, economice și politice — au dus la unirea mai multor civilizații, situate în văile câtorva fluvii, într-o civilizație care cuprindea principalele suprafețe cultivabile din Asia, Africa de nord și Europa. Civilizația epocii fierului, protutindenii unde s-a dezvoltat, a fost mai puțin organizată și mai puțin pașnică decât aceea pe care a înlocuit-o, dar în același timp a fost mai flexibilă și mai rațională. Epoca fierului nu a adus progrese tehnice atât de mari ca acelea care au marcat începuturile epocii bronzului, însă realizările sale, bazate pe un metal ieftin și aflat în abundență, au cunoscut o mult mai largă răspândire nu numai pe plan geografic, ci și în rîndul diferitelor clase sociale.

În acest capitol ne vom ocupa în primul rînd de epoca fierului în regiunea mediteraneană, respectiv de civilizația clasică a Greciei și a Romei. Aceasta datorită în parte faptului că această civilizație este mult mai bine cunoscută decât culturile contemporane cu ea din India sau China. Un motiv și mai puternic, legat în mod special de scopul acestui volum, este acela că regiunea mediteraneană a dat naștere primei științe abstracte și raționale, din care se trage direct știința universală a epocii noastre. După cum vom vedea în capitolele următoare, civilizațiile Indiei și Chinei au adus mari contribuții la cultura generală, în special în matematică, fizică și chimie, precum și în aplicațiile lor, ca, de exemplu,

busola, praful de pușcă și tiparul. Totuși, contribuțiile lor au intrat în torentul principal al științei și tehnicii în forma pe care le-au dat-o elenismul.

4. 1. Originea culturilor din epoca fierului

Barbarii, care au distrus culturile din epoca bronzului în Orientul vechi, n-au fost în stare să-și formeze state stabile pe propriile lor teritorii, acoperite în cea mai mare parte de păduri și de stepe aride, atîta vreme cît le-au lipsit mijloacele pentru a statornici vreo formă sedentară a agriculturii. În a doua jumătate a celui de-al doilea mileniu î.e.n., aceste condiții au apărut ca rezultat al îmbinării unor factori materiali și sociali, pe care noi de-abia acum începem să-i înțelegem. Una dintre aceste condiții a fost pătrunderea în societățile gentilice barbare a influenței economiei de clasă a orașelor, în care se punea accentul pe proprietatea privată, pe conducerea de către un singur om și pe producția de arme, și transformarea acestor societăți în urma înfrîuririlor suferite.

Influența descoperirii fierului

Aceste tendințe au fost puternic, poate chiar hotărîtor favorizate de descoperirea și de folosirea unui nou metal, *fierul*. Locul și modul în care s-a ajuns pentru prima dată la producerea fierului în cantitate mare rămîn încă necunoscute. Fierul folosit pentru prima oară a fost fierul în stare nativă, provenit din meteoriți și prelucrat prin încălzire și prin lovire cu ciocanul, ca și cuprul; acest fier era însă prea rar pentru a reprezenta altceva decît un metal prețios. Fierul separat pentru prima oară prin topire dintr-un minereu s-a obținut, probabil, ca produs secundar la prepararea aurului,²⁻¹⁸ și trebuie să fi fost și mai rar. Se pare că în cantități utilizabile fierul a fost separat din minereu pentru prima dată undeva la sud de Caucaz, de tribul legendar al chalybilor, în secolul al XV-lea î.e.n., dar nicăieri în altă parte n-a apărut în cantități suficiente pentru ca folosirea lui să fi avut o importanță economică și tehnică hotărîtoare pînă în jurul secolului al XII-lea î.e.n. Larga răspîndire a fierului și ușurința prelucrării sale au pus capăt monopolului civilizației vechilor imperii riverane al Egiptului și al Babilonului. Alte două împrejurări au grăbit acest proces: apariția *călăreților* din regiunile de stepă, unde fusese domesticit calul sălbatic, mult mai puternic decît măgarul, precum și îmbunătățirile în execuția și construcția mai rapidă a *cărăbiilor*, reprezentînd un produs secundar al tehnologiei fierului.

Metallurgia fierului

Fierul întrebuintat din antichitate și pînă în secolul al XIV-lea e.n. în Europa era obținut printr-un proces de reducere la temperatură joasă, cu ajutorul mangelului, într-un cuptor de lut în care se sufla aer cu foale de mînă. *Lupa* de fier spongios, curat și netopit, care rezulta în acest fel era bătută cu ciocanul în bare de *fier de forjă*, relativ moale, din care se puteau obține forme mai complicate prin *forjare* și *sudare*. Prima elaborare a mijloacelor tehnice de producere și de prelucrare a fierului trebuie să fi fost rodul unei lungi și anevoioase experiențe. Această tehnică era cu totul diferită de aceea a cuprului și probabil că așa se explică de ce metallurgia fierului a apărut atît de tîrziu. O dată statornicită însă, ea n-a avut nevoie decît de un utilaj destul de simplu și a putut fi repede învățată sau însușită. Oriunde se găsește lemn și minereu de fier, adică aproape pretutindeni, se poate produce fier din momentul în care se știe cum trebuie produs.

În acea perioadă, fierul prezenta, ca metal, un dezavantaj important: nu putea fi topit, din lipsa unui curent de aer destul de puternic în cuptor, astfel că turnarea a rămas rezervată bronzului, cu excepția Chinei, unde se producea fontă încă din secolul al II-lea î.e.n.^{2.18} Fierul n-a luat locul bronzului, ci numai l-a completat, pentru satisfacerea nevoilor obișnuite. În epoca fierului s-a produs și s-a prelucrat mai mult bronz chiar decît în epoca bronzului. Fierul produs prin procesul de reducere și de forjare ulterioară era un fier de forjă sau un oțel foarte moale; era rezistent, însă relativ moale. Existau oțeluri adevărate, mult mai tari: oțelurile produse de tribul chalybilor încă în epoca neolitică — *ferrum accerum*, un oțel care tăia fierul —, însă metoda de fabricație era păstrată în cel mai mare secret de triburile de fierari. Lumea științifică n-a cunoscut-o pînă la lucrarea lui Réaumur din anul 1720 (p. 432). Secretul consta, de fapt, în posibilitatea de a combina fierul cu o cantitate mai mare de carbon și de a-l întări apoi prin călire și răcire. Cele mai bune oțeluri au fost cele produse de chinezi (fier seric) și de indieni, al căror oțel (*wootz*) era exportat în vederea fabricării faimoaselor săbii de Damasc. Oțelul bun era atît de rar și atît de scump, încît săbiile din oțel erau socotite a fi fermeceate, ca *Excalibur* a regelui Arthur sau, mai tîrziu, *Balmung* a lui Siegfried. Oțelul călit era mult mai rar decît bronzul și, în afară de folosirea sa la producția de arme, nu a jucat nici un rol important în tehnică pînă în secolul al XVIII-lea.

Introducerea fierului a coincis cu perioada marilor migrațiuni ale popoarelor. Triburi aflate pe o treaptă mai joasă

sau mai înaltă a barbariei au coborât din Europa răsăriteană sau din regiunea Caspică în regiunile răsăritene ale Mediteranei, începând din secolul al XVII-lea î.e.n. Migrațiuni similare ale hitiților, sciților, perșilor și indienilor arieni au avut loc în Asia. Marea mobilitate a călăreților și marinariilor, precum și marea cantitate de arme noi de care dispuneau n-au permis vechilor imperii să opună o rezistență militară eficientă. Este foarte posibil ca înfrângerea militară a imperiilor să fie o dovadă a lipsei de sprijin din partea popoarelor vechilor civilizații, care mai curând puteau să se simtă atrase de năvălitori decât de stăpînii lor, incapabili și lacomi. Pe de altă parte, popoarele din epoca fierului, o dată ce și-au durat așezări stabile, s-au dovedit de asemenea capabile să întemeieze comunități agricole sau meșteșugărești înfloritoare pe pămînturi pînă atunci neroditoare. Aceasta a avut ca urmare scăderea preponderenței politice și economice a civilizațiilor primitive din văile fluviilor în așa măsură, încît ele au încetat să mai figureze ca centre principale ale progreselor culturii omenești, deși multe dintre realizările lor culturale, materiale și spirituale au fost transmise mai departe, iar unele dintre însemnările lor scrise s-au păstrat.

În schimb, adevăratele focare ale progresului s-au deplasat spre periferia civilizațiilor vechi, spre așezările barbarilor mai apropiați, care pustiau centrele mai vechi ale civilizației și își dezvoltau propria lor cultură în bună măsură în afara acestora. Indienii arieni, perșii, grecii, iar mai tîrziu macedonenii și romanii au moștenit vechile civilizații ale Egiptului și Babilonului. Situația Chinei a constituit o excepție; fiind înconjurată în cea mai mare parte de stepe, deșerturi și regiuni muntoase, existau foarte puține posibilități de a se întemeia state agricole barbare dincolo de frontierele ei. Barbarii care au venit acolo în repetate rînduri au fost absorbiți cu toții de cultura veche chineză. Această cultură, în esență o cultură a epocii bronzului, deși profund schimbată prin mijloacele tehnice ale epocii fierului, și-a păstrat continuitatea pînă în timpurile noastre.

Toporul și plugul

Distrugerile și războaiele de la începuturile epocii fierului n-au trecut însă fără să lase urme. Înlocuirea vechilor culturi cu altele noi a însemnat o anumită pierdere de continuitate, dar și eliminarea unui mare balast acumulat în cultură și posibilitatea de-a se construi edificii mult mai utile pe vechile temelii. Dacă războinicii călări și corăbiile piraților sînt simboluri ale caracterului distructiv al acelei perioade, pădurarii

cu topoarele lor și țărani cu plugurile lor cu brăzdare de fier au compensat din plin aceste distrugerii. Metalul era destinat la început, în cea mai mare parte, obiectelor de lux ale vieții urbane și înarmării unei mici elite de războinici de viță nobilă. Bronzul a fost totdeauna prea scump pentru oamenii de rând, nevoiți să se bizuie, în cea mai mare parte, pe unelte de piatră, a căror formă aproape că nu se schimbă din epoca neolitică. Fierul însă, deși la început și multe secole după aceea a fost inferior bronzului, era răspândit în multe părți și putea fi produs și lucrat cu ușurință, pe loc, de către locuitorii satelor.^{2, 18} Abundența fierului a avut ca rezultat extinderea agriculturii pe continente întregi; pădurile puteau fi tăiate, mlaștinile secate, iar câmpiile rezultate puteau fi arate. Europa, care fusese literalmente o pădure virgină, a devenit un nou „Occident de aur” mai curând prin lanurile ei de grâu decât prin aurul ei, care spre sfârșitul epocii bronzului era în cea mai mare parte epuizat. Creșterea populației care a rezultat de aici a modificat repede raportul de forțe dintre agricultura neirigată a occidentului și vechile metode de cultivare a pământului din Orient, care se bazau pe irigație cu ajutorul fluviilor.

Corăbiile și comerțul

(1) altă trăsătură a vremurilor frământate ale epocii fierului, care urma să aibă efecte incalculabile pentru gândirea umană și mai ales pentru știință, a constituit-o folosirea căilor maritime, prin intermediul cărora cultura se răspândea mult mai repede decât ar fi putut-o îngădui, probabil, vechile căi terestre. Nu mai puțin important a fost faptul că transportul maritim era de câteva ori mai ieftin decât cel pe uscat. (2) dată cu marile înlesniri aduse construcției de vase de către unelte de fier au apărut corăbiile mai bune, mai mari și, în același timp, mai numeroase. În Mediterana, inițiativa în construcția de vase a aparținut, în epoca bronzului, locuitorilor insulei Creta. Zdrobirea imperiului lor maritim, mai întâi de către micenienii pe jumătate greci, cu bazele pe uscat, și mai târziu de către aheenii din Balcani, mult mai barbari, precum și de către triburile înrudite din Asia Mică, a constituit semnalul unei lungi perioade de piraterie și de prădare a orașelor. Legenda nemuritoare a Troiei povestește despre una dintre aceste expediții. Fără îndoială, comerțul a avut de suferit, dar în același timp de profitat de pe urma pirateriei, iar foștii pirăți, atrași de acest fapt sau descurajați de metodele de apărare locale mai eficiente, s-au îndreptat treptat spre comerț, explorări și colonizare.

În epoca fierului, comerțul nu s-a mai restrâns doar la vreo zece orașe mari, ca Teba sau Babilon, ci a început să fie practicat de sute de orașe noi, pe care popoarele din primele timpuri ale epocii fierului, ca fenicienii și grecii, le-au întemeiat pe țărmurile Mării Mediterane și Mării Negre. Numai localitățile din apropierea mării se puteau bucura de toate avantajele culturii din epoca fierului. În țări situate departe de mare, epoca fierului a oferit, desigur, posibilități mai mari pentru agricultură și ducerea războiului. Acolo însă unde nu se puteau transporta produse în cantități mari pe distanțe lungi, economia nu putea să progreseze nici măcar pînă la punctul atins de civilizațiile epocii bronzului, cu transporturile lor fluviale. În consecință, existau puține posibilități ca aceste țări să producă ceva cu totul nou. Asirienii, popor cu o economie tipic continentală de la începuturile epocii fierului, s-au distins în special prin cruzimea manifestată în războaie. Ei au păstrat secole de-a rîndul vechea cultură babiloniană, inclusiv continuarea observațiilor astronomice prețioase pentru știința viitorului, dar ei înșiși au adăugat foarte puțin la această cultură. Avantajele oferite de căile maritime n-au putut fi în întregime compensate de căile terestre, ca cele deschise întâi de perși și mai târziu de romani. Acestea au avut mai curînd o importanță administrativă și militară decît una economică. Transportul pe uscat al unor cantități mari de mărfuri n-a putut să devină economic pînă la dezvoltarea unui sistem eficient de atelaje în evul mediu (p. 232). Chiar și atunci el n-a putut fi practicat pe distanțe lungi pînă cînd n-a început, în secolul al XVIII-lea, construcția de șosele bune. Regiunea mediteraneană la început, iar mai apoi întreaga Europă, cu țărmurile ei crestate, au obținut înțietatea față de Africa și Asia, numai datorită ușurinței transporturilor maritime.

China, cu rețeaua ei de fluvii, canale și lacuri, se bucura de unele dintre aceste avantaje, însă, datorită faptului că a menținut guverne birocratice, de tipul celor din epoca bronzului, chiar în perioadele statelor care se dușmăneau între ele, n-a putut să realizeze multe dintre progresele economice și politice ale epocii fierului.

4. 2. Orașele în epoca fierului

Politica

În etapele sale inițiale, epoca fierului a însemnat întoarcerea la unități economice de proporții mai mici. Orașele de la începutul epocii fierului au avut rareori mai mult

de câteva mii de locuitori, față de populațiile de sute de mii de oameni ale orașelor din epoca bronzului. Prin secolul al V-lea î.e.n., pe măsură ce se răspîndea sclavagismul, s-au putut forma orașe mult mai mari. Atena avea o populație maximă de 320 000 de locuitori, dintre care numai 172 000 erau cetățeni, iar Roma, la apogeul puterii ei, avea aproape 1 000 000. Primele orașe s-au format prin reunirea a aproximativ unei duzini de sate.²⁴⁶ Aceasta n-a însemnat, totuși, întoarcerea la condițiile neolitice, ci, pentru majoritatea populației, o civilizație cu un nivel de viață tot atît de ridicat ca în epoca bronzului sau chiar mai ridicat. Orașul din epoca fierului a folosit tot ce putea folosi din meșteșugurile orașelor din epoca bronzului, adică totul în afară de organizarea lucrărilor de mari proporții. Orașele de la începuturile epocii fierului, cu suprafețele lor restrînse, rareori au întreprins altceva decît să construiască fortificații, porturi și uneori apeducte. Ele s-au bucurat, în plus, de posibilitatea de a folosi un metal care a îmbunătățit în mare măsură agricultura și meșteșugurile și nu erau silite să se limiteze la propriile lor resurse: ele se puteau bizui pe comerț atît pentru obiectele de primă necesitate, cît și pentru cele de lux. Acest fapt a fost posibil numai pentru că îmbunătățirile în metodele de producție au permis producerea de bunuri pentru piață. Epoca fierului este prima epocă în care *producția de mărfuri* devine o parte normală și într-adevăr esențială a activității economice *. O altă trăsătură social-economică a epocii fierului a constituit-o folosirea sclavilor nu numai pentru munci casnice ca în trecut, ci și ca un mijloc de producție a mărfurilor pentru piață. Acest proces a avut loc în special în agricultură și în mine, dar s-a extins și în domeniul producției meșteșugărești. Cum vom vedea, sclavia (p. 163) a capătat o importanță din ce în ce mai mare, pînă cînd a devenit forma de muncă predominantă. Acest lucru avea să constituie un factor hotărîtor în procesul care a provocat prăbușirea întregii culturi, aducînd după ea transformarea sclavilor, ca și a săracilor liberi, într-o categorie unică, de robagi (p. 181).

Orașul din epoca fierului a devenit, aproape chiar de la începuturile sale, un centru favorabil situat pentru meșteșuguri și comerț, în stare să obțină din afară materii prime și chiar forța de muncă, sub formă de sclavi, în schimbul vânzării produselor sale.

Aceste avantaje sporeau însă într-o măsură considerabilă primejdia de război. Noua cultură s-a născut din război: din jefuirea orașelor, care se găseau într-o stare de permanentă rivalitate. Era greu ca ea să se dezvețe de aceste năra-

vuri ; apărarea a devenit prima preocupare ; orașele erau clădite pe locurile cele mai nepotrivite, pe vîrfuri de dealuri, ca vechea cetate Acropole din Atena, sau pe insule, ca orașul Tir, iar toți cetățenii, în mod automat, trebuiau să fie soldați. Cu toate acestea, micile orașe din epoca fierului erau mai simple și mai libere decît vechile orașe din văile fluviilor. În același timp, ele ofereau o perspectivă mult mai largă cetățenilor lor, care trebuiau să se organizeze pentru a se îngriji de interesele comune în loc ca fiecare să-și ocupe locul într-o ierarhie dinainte stabilită. Astfel, orașul din epoca fierului a făcut să apară viața *politică* și a creat, din luptele politice dintre clasele din aceste orașe, formele succesive ale *oligarhiei*, *tiraniei* și *democrației*.

Banii și datoriile

O mare invenție socială, care a avut ca urmare atît expansiunea, cît și instabilitatea internă a civilizației epocii fierului, a fost aceea a *banilor* de metal, mai întîi sub formă de lingouri ștampilate, în Lidia, și apoi, după secolul al VII-lea î.e.n., ca monedă. Metalul luat în greutate a fost folosit ca bani și în vechile imperii, însă întrebuintarea sa era o excepție, regula rămînînd trocul și plata în natură. Banii, care au devenit curînd măsura pentru orice altă valoare, au schimbat toate relațiile sociale stabilite în relații de cumpărare și vînzare. Tocmai datorită caracterului lor general și anonim, banii, care aduceau drepturi fără obligații, au dat posibilitatea ca puterea să se concentreze în mîinile celor bogați. În același timp, luînd locul vechii repartiții gentilece a avuțiilor în natură, a lipsit pe cei săraci de orice apărare. Pentru aceștia, existența banilor avea o însemnătate negativă : ei trăiau într-o stare de *datorie* cronică. De fapt, asuprirea celor săraci este tot atît de veche ca și civilizația (p. 88). Cu toate acestea, existau deosebiri reale între formele pe care le-a avut asuprirea în vechile civilizații și acelea din epoca fierului. În cazul vechilor civilizații, asuprirea era gradată și parțială. Economia se dezvoltase direct dintr-o societate gentilică, iar tradiția constituia o piedică pentru acțiuni arbitrare. Agricultorul avea multe îndatoriri, însă avea și drepturi. Dacă el aparținea pămîntului, și pămîntul îi aparținea lui. Plățile sale erau în natură, iar tranzacțiile comerciale și datoriile existau în cea mai mare parte în rîndurile populației orașului. În epoca fierului s-a produs o trecere bruscă de la economia gentilică la economia bănească. Obiceiuri din timpuri imemoriale au fost distruse în cursul cîtorva generații, iar puterea banilor putea să nesocotească orice drepturi.

Pe de altă parte, agricultorul era în principiu mult mai independent. Dacă găsea că situația sa nu mai e de suportat, putea să se alăture unui grup de oameni și să formeze o nouă colonie. Dacă un număr suficient de oameni găseau că situația în care se aflau nu mai era de suportat, se puteau revolta și se revoltau. O dată cu întrebuițarea generală a fierului și instruirea tuturor cetățenilor în mînuirea armelor, aceste revolte au fost adeseori încununate de succes, iar teama de ele înfrîna arbitrarul oligarhilor și tiranilor.

Totuși, încă de la începuturile epocii fierului, asupra exercităată de puterea banilor și succesele repetate, dar inevitabil trecătoare, obținute în încercările de a scăpa de această asupra prin reforme sau prin revoluție devin firul conducător în istoria orașelor. Spre sfîrșitul epocii clasice, în imperiul elenist și în cel roman, se părea că puterea banului triumfă definitiv; dar chiar acest triumf a dus la o atît de răspîndită stare de mizerie și de deznădejde, încît întregul sistem s-a prăbușit și a avut loc întoarcerea la o economie mai simplă, cea feudală, în care banii au jucat la început un rol neînsemnat.

Alfabetul și literatura

Un eveniment din epoca fierului important pentru originea științei a fost trecerea de la sistemele complicate de scriere — hieroglific și cuneiform — ale imperiilor vechi la alfabetul simplu, fenician, care a făcut știința de carte tot atît de accesibilă și de populară cum era fierul.^{2.48} Alfabetul s-a format din nevoile comerțului între popoare care vorbeau limbi diferite, dar se ocupau cu aceleași lucruri. Întrucît simbolurile sale se bazau pe sunete, el putea fi aplicat tuturor limbilor. În același timp, el a făcut accesibil domeniul comunicării inteligente unui cerc mult mai larg decît acela al preoților și al funcționarilor din timpurile vechi. Scrierea a început să se limiteze la documentele oficiale sau comerciale și a început să apară o *literatură* — poetică, istorică și filozofică. Desigur că narațiunile în versuri și în proză, sub formă de *epopei* sau *legende*, transmise prin rapsozi și povestitori profesioniști, trebuie să fi precedat cu mult scrierea alfabetică și chiar cea hieroglifică. Nu se poate afirma că alfabetul este o premisă necesară a literaturii. Dovadă este exemplul Chinei. Cu toate acestea, realizările literaturii chineze au devenit posibile numai prin formarea unei clase birocratice feudale care a monopolizat știința de carte și a făcut-o în mare măsură sterilă.

4. 3. Fenicienii și evreii

Primul popor care a beneficiat de noile condiții ale civilizației epocii fierului au fost fenicienii de pe coasta siriană. La aceasta a contribuit poziția lor centrală între vechile mari puteri, Egipt și Asiria, ca și marile cantități de lemn bun pentru construcția de corăbii care se găseau în Liban. Ei au deschis căi de comerț, folosind transportul maritim și inventând alfabetul, pe care l-au răspândit pretutindeni pe unde s-au dus. Însă ei au rămas, chiar în cele mai depărtate colonii ale lor, cum au fost Cartagina sau Cadiz, prea legați de tradițiile culturii lor, provenită din vechea civilizație babiloniană, și n-au făcut decât s-o adapteze noilor condiții, fără să aducă multe contribuții noi. E de presupus că progresele pe care totuși le-au realizat au fost fie distruse, fie însușite de romani.

Un rol cu totul diferit în istoria culturii le-a revenit evreilor, care aveau strânse legături cu fenicienii și erau, ca și ei, purtătorii culturii mixte egipteano-babilonene. Trăind în mijlocul unor popoare războinice — egiptenii, hitiții, filistenii și asirienii, urmate mai târziu de perși și de greci — și fiind lipsiți de posibilitatea de a face comerț maritim, independența lor a fost totdeauna amenințată. Existența lor națională a fost salvată, pînă la urmă, numai prin dezvoltarea unei tradiții culturale sau legi fixate în scris într-o carte: Biblia. Totodată, fiind un popor mic și trăind într-o țară relativ săracă, au putut să limiteze, deși numai prin străduințe continue, dominația unor regi sau oligarhi băștinași. Pentru amîndouă aceste motive, independența, libertatea și democrația au fost indisolubil legate în religia lor. Din acest punct de vedere, evreii au fost unici în lumea veche, iar influența religiei lor și a cărților lor sfinte s-a dovedit de o mare importanță în dezvoltarea ulterioară a civilizației.

Biblia. Legea și dreptatea

Biblia ebraică, sau ceea ce numim noi Vechiul testament, reprezintă mult mai mult decît o culegere de legende și de istorie veche, oricît de prețioasă este și din acest punct de vedere pentru înțelegerea trecutului. A fost scrisă pentru prima dată în jurul secolului al V-lea î.e.n. și a fost păstrată de atunci ca un factor de raliere religioasă și națională. Este o carte care conține o morală, o carte plină de propagandă poetic exprimată. Propaganda este tot atît de veche ca și scrierea, însă pînă atunci fusese propaganda în favoarea celor mari și tari, a regelui și a preoților. Propaganda Biblică este de altă

natură ; ea este populară prin esența ei, punând accentul pe idolele de *lege și dreptate*. Caracterul ei specific rezidă nu în floare dintre aceste idei în parte, deoarece ele erau proprii nu numai evreilor, ci și altor culturi, ci în îmbinarea lor. Dreptatea, așa cum o găsim în Biblie, este în mare măsură un protest împotriva abuzurilor celor bogați și puternici, care, atunci ca și acum, înclinau să practice metode barbare de cucerire. Ei puteau fi frânați în numele legii și al poruncilor scrise, sprijinite la momentul potrivit de forțele poporului. Evreii au fost primul popor despre care știm că a luptat pentru o idee, și războaiele macabeilor sînt o mărturie a fanatismului și a spiritului lor de luptă. Istoria evreilor este istoria apărării neîntrerupte a drepturilor poporului în numele lui Dumnezeu. Biblia a servit deseori, în mod direct în creștinism și indirect în islamism, prin Coran, ca o sursă de inspirație și de justificare pentru mișcări revoluționare populare (p. 183, 726).

Facerea

Biblia mai are însă și un alt aspect, un aspect care este în cea mai mică măsură caracteristic evreiesc, dar care a influențat cel mai mult știința. Primele cărți ale Bibliei sînt versiuni ale vechilor legende babilonene sau ale legendelor sumeriene, încă și mai vechi, despre facerea lumii. Ele reprezintă o încercare de a explica originea lumii și a omului, ceea ce a însemnat o realizare deosebit de meritorie în anul 3000 î.e.n., cînd de-abia se arătau zorile civilizației. Aceste mituri, odată acceptate de triburile evreiești vechi, au devenit curînd justificarea esențială a convenției dintre Dumnezeu și poporul Său și, prin urmare, erau considerate mai presus de orice verificare și critică. Iar și mai tîrziu, ca parte a cărților sfinte ale evreilor, aceste mituri ne-au fost transmise ca o revelație divină, care trebuie acceptată prin credință.

Credința evreilor, atît în forma ei inițială, cît și în aceea a creștinismului, derivat în mare parte din ea, a supraviețuit prăbușirii civilizației clasice, deoarece a fost solid întemeiată pe simțămintele poporului. Astfel, ea a fost capabilă să reziste încercărilor unor vremuri grele în mai mare măsură decît sistemele mult mai logice, dar nu mult mai științifice, ale filozofilor greci, pe care poporul le socotea, cum și erau de fapt, justificări minuțios elaborate ale dominației claselor superioare.^{2.42a} În noile civilizații, care au răsărit pe ruinele celor vechi, religia a fost principiul organizatoric central și, în consecință, Biblia și Coranul au cîștigat o autoritate absolută atît în problemele științei, cît și în cele ale credinței și moralei. Ultimele capitole ale acestei istorii vor arăta cu cîtă

greutate și cât de imperfect a reușit gândirea umană să se elibereze de aceste rămășițe petrificate ale miturilor omului străvechi.

4. 4. Grecii

Succesul cel mai mare în folosirea noilor condiții ale epocii fierului l-au obținut grecii. Ei au avut dublul avantaj de a se afla mai departe de influența conservatoare a civilizațiilor mai vechi și de a putea, în același timp, să folosească intens tradițiile acestora. Totodată, ei au fost puși la adăpost în prima perioadă a formării culturii lor, datorită sărăciei, depărtării și puterii lor maritime, de pericolul pe care-l prezentau urmașii vechilor imperii — mult mai puțin civilizați, însă mult mai războinici —, și anume forțele terestre ale mezilor și perșilor.

Faptul că firul conștient și neîntrerupt al istoriei și științei ne vine aproape în întregime de la greci este întâmplător, dar numai în parte întâmplător. Grecii au fost singurul popor care a preluat, în cea mai mare parte aproape în mod inconștient și fără s-o recunoască, bagajul de cunoștințe care mai rămăsese în vechile imperii ale Egiptului și Babilonului, după câteva secole de relativă nepăsare față de ele și de războaie distrugătoare. Grecii au făcut însă mai mult decât atât. Ei au luat aceste cunoștințe și, cu interesul și inteligența lor pătrunzătoare, le-au transformat în ceva mai simplu, mai abstract și mai rațional. Din timpul grecilor și până în ziua de astăzi, acest fir al științei n-a mai fost rupt niciodată. El s-a putut pierde uneori, însă a fost totdeauna cu puțință să fie regăsit la timp pentru a rămâne util. Știința primelor civilizații a influențat știința vremurilor noastre numai prin mijlocirea grecilor. Ceea ce știm astăzi din monumentele scrise ale vechilor egipteni și ale babilonienilor, despre realizările lor intelectuale s-a aflat prea târziu pentru a fi putut influența direct civilizația noastră.

Cultura clasică

Între secolul al XII-lea și al VI-lea î.e.n., pe teritoriile grecești a fost creată o cultură unificată, care a asimilat în mare măsură cunoștințele existente, adăugându-le o parte mult mai mare de cunoștințe proprii. Cultura rezultată, *clasică*, cum o numim astăzi, completată, însă în fond nemodificată, de aceea a Alexandriei și Romei, a rămas piatra unghiulară a culturii lumii noastre moderne. Cultura clasică a fost sintetică; ea a folosit fiecare element de cultură pe care l-a găsit în țările în care s-a extins și cu care a venit în

contact. Ea n-a fost însă o simplă continuare a acestor culturi, ci ceva absolut nou. Specificul culturii clasice care o deosebește de alte culturi nu constă, totuși, în ceea ce numim, de obicei, cultură. Au existat și alte civilizații, atât înainte, cât și după ea, care au avut o artă și o literatură dezvoltate. Marile contribuții aduse de cultura clasică privesc instituțiile politice, mai ales democrația, și științele naturii, în special matematica și astronomia.

Nașterea științei abstracte

Caracterul unic al gândirii și activității grecilor constă tocmai în acel aspect deosebit al vieții lor pe care l-am numit mod științific de gândire. Prin aceasta nu vreau să înțeleg numai cunoașterea sau practicarea științei, ci și capacitatea de a separa afirmațiile pozitive și verificabile de cele emoționale și tradiționale. În această metodă caracteristică putem deosebi două aspecte: acela al raționalismului și acela al realismului, cu alte cuvinte capacitatea de a demonstra prin raționamente și folosirea experienței generale.

Faptul că grecii au putut realiza acest lucru se datorește cel puțin în parte împrejurărilor istorice în care s-a format cultura lor. Grecii n-au creat civilizația și nici n-au moștenit-o: au descoperit-o. Avantajul imens astfel câștigat a constatat în faptul că, pentru ei, civilizația a reprezentat ceva nou și interesant, dar care nu putea fi acceptat fără rezerve. Cultura inițială a grecilor de pe continent a fost o cultură de tip rural, uzuală pentru Europa. Ea nu putea să țină piept culturilor mult mai dezvoltate ale țărilor în care au venit grecii: cultura secundară, extrem de bogată și de misterioasă, a Cretei și Anatoliei, din care se trage o parte atât de mare a culturii clasice. Cuvintele terminate în limba greacă în *-issos* și *-inthos* par să fie de origine cretană; unele dintre ele au ajuns până la noi, ca în numele Narcis și Hiacint. Influența centrelor inițiale ale civilizației, Mesopotamia și Egiptul, asupra grecilor avea să se producă mult mai târziu*.

Pierzându-și cultura inițială, grecii n-au preluat și nici nu puteau să preia în întregime culturile altor țări. Ei au ales din culturile străine numai ceea ce li s-a părut că prezintă o anumită importanță. În ce privește practica, ei au preluat toate metodele tehnice utile, iar în domeniul ideilor în special explicațiile în legătură cu procesele din univers, înlăturând teoriile extrem de complicate ale teologiei și superstițiilor, construite pe baza acestor explicații în perioada de decadență dinaintea și din timpul invaziilor din epoca fierului. Homer, primul și cel mai mare dintre poeții greci, a fixat pentru totdeauna imaginea lumii în care au pătruns grecii. În „Iliada”

și „Odiseea“, viața simplă țărănească a ginților elene nou sosite contrastează puternic cu civilizațiile vechi, complexe și bogate, pe care ele le-au descoperit numai pentru a le distruge. Poemele lui Homer au rămas ca un fel de biblie a grecilor, reprezentând baza comună a credințelor despre zei și oameni, despre meșteșugurile păcii și ale războiului. Ele conțineau atîta știință cîtă avea nevoie să cunoască în general omul obișnuit.

Baza economică a orașului grec

Cultura greacă, la fel cu cele mai multe dintre culturile occidentale din epoca fierului, a avut o bază economică atît de diferită de aceea a culturilor mai vechi de pe văile irigate ale fluviilor, încît o bună parte din modul de viață al acestora a fost cu desăvîrșire neasimilabilă. Cultura greacă depindea de un tip foarte modest de agricultură neirigată, formată din mici parcele țărănești, la care se adăugau vii, plantații de măslini și pescuitul. Hesiod, poet din prima perioadă a culturii grecești, descrie această viață în termeni destul de sumbri. Vorbind despre pămîntul tatălui său din Ascra, în Beoția, el spune că era „frig în timpul iernii, arșiță în timpul verii, dar bine niciodată“. Cu toate acestea, economia epocii fierului, deși supusă unor crize periodice provocate de datorii, a fost în general stabilă pînă la introducerea pe scară largă a sclaviei. Ea era completată și echilibrată printr-un larg comerț exterior, care nu mai furniza, ca în civilizațiile mai vechi, în primul rînd obiecte de lux pentru temple și palate, ci cantități mari de mărfuri necesare cetățenilor de rînd.

Cel mai caracteristic oraș-stat grec din Atica, Atena, avea atît de puțin pămînt bun pentru cultura cerealelor, încît numai prin exporturile sale de olărie, ulei de măsline și argint își putea asigura resursele pentru cumpărarea alimentelor necesare populației, relativ mari (300 000 de locuitori). La începutul perioadei, grecii au fost în măsură să-și exploateze pe deplin resursele locale, cu intensitatea și simplitatea posibile numai într-un oraș cu o populație compactă. În aceste împrejurări s-au produs transformări economice și politice rapide și chiar violente, iar tradiția, deși nu s-a pierdut niciodată, nu era luată în seamă. Cetățenii mai întreprinzători aveau atît stimulul, cît și posibilitatea să realizeze ceea ce voiau. În măsura în care reușeau, ei puteau să-și îmbunătățească poziția în societate fără a fi împiedicați de nici un fel de bariere de gîntă sau de stat. Instituțiile și divinitățile au devenit mai puțin importante și a început să se acorde mai multă atenție oamenilor.

Arta și dialectica

Reprezentarea realistă a omului în pictură și sculptură, în dramă și știință a constituit noua trăsătură caracteristică a civilizației grecești. Arta greacă, așa cum este reprezentată în statuile și în picturile de pe vase — deoarece marile fresce au fost toate distruse —, dovedește o concentrare a interesului asupra corpului omenesc gol, ceea ce ar putea să pară ciudat dacă n-am fi atât de obișnuiți cu aceasta. Ea își trage originea din jocurile rituale și din cultul atletismului, dezvoltat din etc. Statuile egiptene aveau un scop direct magic: în ele urma să se reîntruchipeze spiritul (Ka) omului decedat și de aceea ele trebuiau să pară vii. Sculptorul grec era mai rafinat. El căuta să sugereze un ideal spre care să năzuiască perfecțiunea trupului omenesc. În cultura greacă, atletul, artistul și medicul lucrau în strânsă legătură și, din aceasta a rezultat, printre altele, orientarea preocupării medicilor mai mult spre sănătate decât spre boală.

Realismul în artă a fost însoțit de raționalism în folosirea cuvintelor. În urma depășirii vechilor prescripții, în fiecare caz era nevoie de o argumentare care depindea de particularitățile lui. Istoria filozofiei grecești și a științei grecești — în acele timpuri ele n-au existat în mod distinct — este istoria unei astfel de succesiuni de argumente; argumentarea *pentru* și *contra* era numită de greci *dialectică*. Posibilitatea de a discuta a fost înlesnită și de trăsăturile politice ale vieții grecești. Micul oraș-stat oferea un câmp de activitate mult mai larg *fiecărui* cetățean obișnuit decât capitala unui mare imperiu. Totodată, viața politică intensă a orașului, punând accentul pe tranzacțiile comerciale și pe procese în care, la început, fiecare om era propriul său avocat, iar judecătorii erau aleși prin tragere la sorți, a făcut posibilă și chiar necesară dezvoltarea în cel mai înalt grad a artei de a argumenta. Importanța acordată artei de a vorbi a dus la o literatură și o retorică remarcabile, însă a avut neajunsul de a fi abătut gândirea de pe făgașul studierii lucrurilor și de la îndeletnicirile practice.

Separarea științei de tehnică

Știința greacă are un caracter cu totul diferit de acela al primelor civilizații: este mult mai rațională și mai *abstractă*, însă tot atât de îndepărtată, sau chiar mai mult, de considerațiile tehnice. Forma de exprimare tradițională folosită de ea este raționamentul bazat pe principii generale și nu exemplele scoase din anumite probleme concrete ale tehnicii sau ale conducerii statului, cum găsim în textele egiptene sau mesopot-

miene (p. 80). Matematicile, în special geometria, au constituit domeniul căruia grecii i-au acordat considerația cea mai înaltă și în care metodele lor de deducție și demonstrație sînt aceleași pe care le folosim și astăzi. Din cauza imensului prestigiu al acestor metode sîntem înclinați să trecem cu vederea faptul că ele pot fi aplicate numai la o parte foarte limitată a naturii, și chiar aici numai în măsura în care a fost efectuată munca pregătitoare a observației și experimentării. Credința că universul este rațional și că toate amănuntele sale pot fi deduse din principii fundamentale cu ajutorul exclusiv al logicii a servit, desigur, la începuturile științei grecești, la eliberarea oamenilor de prejudecăți. Mai târziu însă, îndeosebi după ce Aristotel a devenit o autoritate incontestabilă, această abordare abstractă și apriorică, în loc să stimuleze cercetările, cum a dorit-o el, s-a dovedit dezastruoasă pentru știință. Ea a făcut generații de oameni inteligenți să creadă că au rezolvat probleme pe care nici măcar nu începuseră să le cerceteze (p. 219 și urm., p. 727).

Progresele tehnice realizate la începuturile epocii fierului și mai ales de greci înainte de perioada alexandrină, deși importante prin efectele lor, n-au fost inovații atît de fundamentale ca cele din epoca bronzului. Folosirea fierului a dus direct la îmbunătățirea tuturor uneltelor cu mîner, ca topoarele și ciocanele, și a făcut de asemenea posibilă confecționarea unor unelte de producție ca lopata, care, dacă ar fi fost lucrate din bronz, ar fi costat prea scump pentru a putea fi folosite. Se pare că utilizarea fierului a făcut posibilă și folosirea *balamalei*, care a dus la două noi unelte de oarecare importanță : cleștele și compasul de desen. Toate acestea provin din ușurința cu care barele de fier pot fi curbate într-o buclă și apoi sudate spre a forma o gaură pentru un mîner sau o tijă. Aspectul revoluționar al progresului tehnic al epocii fierului l-a constituit nu atît îmbunătățirea uneltelor, cît faptul că ele au devenit accesibile oricui. Progresele cele mai importante s-au produs mai târziu, prin îmbinarea matematicii grecești cu mijloacele tehnice egiptene sau siriene, incluzînd, după cum vom vedea (p. 157), o serie întreagă de aplicații ale mișcării de rotație : mori și prese, scripeti și macarale, precum și dispozitive hidraulice și pneumatice, elevatoare de apă și pompe.

Dintre descoperirile din domeniul chimiei, cea mai importantă este aceea a sticlei suflate, obținută prima dată în Egipt, deși această sticlă a rămas multă vreme un produs de lux. În urma cîtorva inovații și a multor îmbunătățiri, eficacitatea mijloacelor tehnice din perioada clasică, mai ales a celor care foloseau metalul, a fost, în secolul al VI-lea î.e.n., mult superioară aceleia din epoca bronzului la apogeu! ei. Acesta a constituit unul dintre motivele pentru care soldații greci înar-

mași au fost în măsură, timp de câteva secole, să biruiască trupe ale popoarelor asiatice mult mai numeroase.

Progresele tehnice ale epocii fierului n-au influențat totuși știința în aceeași măsură în care au influențat-o progresele realizate la începuturile epocii bronzului. Aceasta s-a datorat, în parte, faptului că ele nu erau în realitate decât îmbunătățiri și nu inovații radicale, astfel că n-au trezit imaginația. Pe de altă parte, ele au făcut să se nască foarte puține cerințe pentru noi metode tehnice-științifice auxiliare. Pentru a le face față exista destulă aritmetică și geometrie. Motivul cel mai puternic l-a constituit însă faptul că meșteșugarul era încă disprețuit. Lucrătorul manual, *cheirourgos* în grecește (chirurgilor englezi li se spune și azi domnule și nu doctore), era considerat categoric inferior lucrătorului intelectual sau gânditorului contemplativ. Aceasta nu era o idee nouă, fiind moștenită de la vechea civilizație (p. 78,87), însă a fost puternic întărită, mai ales în societatea greacă de mai târziu, prin asocierea muncii fizice cu sclavia. Deși o bună parte din munca meșteșugărească era efectuată de oameni liberi, aceștia erau înjosiți prin concurența lor cu sclavii, astfel că munca lor a fost socotită ca fiind nedemnă sau înjositoare !

Societatea sclavagistă a înjosit de asemenea poziția economică și socială a femeilor. Într-adevăr, poziția soțiilor și fiicelor cetățenilor greci era mult mai rea decât aceea din civilizațiile mai vechi. Femeilor nu le era îngăduit să participe la viața publică și situația lor se deosebea cu puțin de aceea a sclavilor casnici. În consecință, toată munca în gospodărie, care cerea mult mai multă pricepere decât în prezent, deoarece cuprindea, printre altele, țesutul și prepararea de leacuri simple, era socotită mai prejos de preocupările filozofului. Deși filozofii observau munca meșteșugarilor pentru a-și extrage de aici ideile asupra dezvoltării naturii, ei aproape că n-au participat direct la această muncă și nimic nu-i îndemna s-o îmbunătățească, astfel că n-au putut să scoată din ea acea bogăție de probleme și sugestii care avea să creeze știința modernă în timpurile Renașterii.

Arhitectura

A existat o excepție importantă în ceea ce privește disprețul general față de ocupațiile meșteșugărești. În timpurile grecilor, arhitectura a ajuns la nivelul unei profesii cetățenești și nu la nivelul unui simplu meșteșug manual. Cunoaștem cu toții splendoarea atinsă de arhitectura greacă și de remarcabila ei urmașă, arhitectura romană, în ceea ce privește frumusețea, proporțiile și simetria. Astăzi arhitectura este în primul rând o artă care depinde de geometrie și reclamă un de-

sen exact. Prin urmare, nu se putea ca ea să nu exercite o influență asupra reginei științelor grecești, matematica. Două instrumente și-au adus contribuția în această direcție : compasul desenatorului și strungul. Compasul este un instrument atât de comod și de precis, încît nu este de mirare că geometria greacă s-a legat aproape exclusiv de construcțiile cu rigla și compasul. Strungul cu pedală, cu mișcarea lui alternativă, derivat din sfredelul cu arcuș, o invenție a epocii bronzului ; strungul modern, acționat prin curea, a apărut abia în secolul al XIV-lea e.n.,²⁻³¹ deși strungurile cu pedală sînt folosite încă în multe părți ale lumii, iar pînă acum 50 de ani mai erau în uz și în Anglia. La strung s-au putut strunji cilindri, conuri și sfere, aceste minunate materiale auxiliare ale matematicianului. Influența mijloacelor tehnice asupra științei în Grecia nu poate fi trecută cu vederea, însă este relativ de mai mică importanță decît în cazul civilizațiilor mai vechi. În mod corespunzător, știința greacă s-a dezvoltat pe un plan mult mai general și mai independent, dar, fiind lipsită de verificarea prin experimentare, era expusă să se piardă în presupuneri și abstracții.

Conținutul și metoda în știința greacă

Cu toate acestea, știința modernă se trage direct din știința greacă, care, în linii generale, i-a determinat dezvoltarea, metoda și limbajul. Toate problemele generale pe baza cărora s-a format știința modernă — natura cerurilor, a corpului omenesc sau funcționarea universului — au fost formulate de greci. Din păcate, în același timp ei și-au închipuit că au rezolvat toate aceste probleme, în felul lor propriu, deosebit de logic, frumos și definitiv. Prima sarcină a științei moderne după Renaștere a fost să arate că în cea mai mare parte aceste soluții erau lipsite de sens sau greșite. Întrucît acest proces a durat aproape 400 de ani, s-ar putea susține că știința greacă a constituit mai curînd o frînă decît un ajutor în rezolvarea problemelor respective. Totuși, nu putem ști dacă fără știința greacă aceste probleme ar fi fost măcar ridicate.

Etapale dezvoltării științei grecești

Istoria științei grecești, deși a reprezentat o mișcare continuă, unică, poate fi divizată foarte bine în patru etape mai importante, care pot fi numite : ioniană, ateniană, alexandrină (sau elenistă) și romană. Etapa ioniană (4.5) cuprinde secolul al VI-lea î.e.n. și formează o perioadă în care s-a născut știința greacă în regiunea în care s-a resimțit mai mult influența civilizațiilor mai vechi. Ea este asociată cu figurile

legendarie ale lui Tales și Pitagora și ale altor filozofi ai naturii, care au meditat, în general, în spirit materialist asupra problemei : din ce este alcătuită lumea și cum s-a format ea. Apariția filozofiei, așa cum e firesc într-o eră de progres social, a fost în esență pozitivă și optimistă.

Etapă a doua (4.6) cuprinde perioada dintre anii 480 și 330 î.e.n., adică dintre sfârșitul victorios al războaielor cu perșii și supunerea efectivă a orașelor grecești independente de către Alexandru cel Mare. În cursul acestei perioade, cultura greacă a atins culmea realizărilor sale în democrația ateniană a epocii lui Pericle, pentru ca apoi să se distrugă ea însăși prin lupte civile și războaie. În această perioadă, preocupările filozofiei au trecut de la explicarea lumii materiale la aceea a naturii omului și a îndatoririlor sale sociale. Aceasta a fost marea perioadă a lui Socrate, Platon și Aristotel, considerată de obicei ca punctul cel mai înalt al gândirii grecești.

Etapă a treia (4.7) a dezvoltării culturii grecești, numită elenistă, a început o dată cu decăderea orașelor-state independente și subordonarea lor față de vastele imperii de tip nou. Imperiul lui Alexandru a permis din nou științei grecești să intre în contact direct cu izvoarele mai vechi ale culturii din Orient, mergând pînă în India. Alexandria a devenit un nou loc al științei, unde, pentru prima oară în istorie, știința a fost subvenționată prin întemeierea Muzeului. Aceasta a avut ca rezultat marea dezvoltare a matematicii, mecanicii și astronomiei, pe care le asociem cu Euclid, Arhimede și Hiparh. În istoria științei, considerată separat de aceea a filozofiei, această a treia etapă avea să fie cea mai importantă, deoarece atunci s-a format pentru prima oară baza științei exacte ca un tot încheiat, din care, în pofida pierderilor din timpul perioadelor întunecate ale evului mediu care au urmat, a supraviețuit destul de mult pentru a reda impuls științei după aproape 2 000 de ani. Începînd din al doilea secol, o dată cu venirea romanilor, acest efort a slăbit și a încetat cu mult înainte de căderea efectivă a Imperiului lui Alexandru. Această ultimă etapă (4.8) nu se distinge prin nimic original, însă, întrucît a reprezentat o punte între știința clasică veche și întreaga știință de mai târziu, merită să fie analizată separat.

4. 5. — Prima etapă a științei grecești

Naturalismul ionian

Se consideră de obicei că știința greacă a luat naștere în orașele ioniene din Asia Mică, mai ales în Milet, unde contactul cu civilizațiile vechi a fost mai strîns, precum și în

noile colonii grecești, înființate pentru prima dată în Italia și Sicilia. Ea a apărut în secolul al VI-lea î.e.n., tocmai în timpul în care dominația vechii aristocrații latifundiare începuse să se prăbușească, iar puterea trecea la diferite căpetenii locale, *tiranii*, sprijiniți de clasele negustorești. Lumea greacă din secolul al VI-lea î.e.n. s-a caracterizat printr-o expansiune intensă. Centrul ei comercial a fost mai întâi regiunea răsăriteană a Mării Egee, populată în cea mai mare parte de ionieni, unul dintre cele mai vechi grupuri gentilice originare din Grecia continentală. Aceștia au întemeiat colonii de-a lungul Mediteranei pînă la Marsilia, Neapole și Sicilia, iar în Răsărit pînă pe coastele Mării Negre. Cînd presiunea perșilor i-a alungat din vechile lor locuri, așezările lor noi — coloniile — au devenit, la rîndul lor, centre comerciale și culturale, avînd în esență același caracter. De aceea este justificat să cuprindem pe Tales din orașul Milet, pe Heraclit din orașul vecin Efes, pe Pitagora, refugiat de pe insula Samos și stabilit în sudul Italiei, și pe Empedocle din Sicilia în același grup al filozofilor ionieni.

În acest timp și în aceste împrejurări, tradiția veche era în declin, astfel încît apărea posibilitatea de a se da noi răspunsuri la întrebări vechi. Marea valoare a gîndirii grecești în prima perioadă a constatat în faptul că ea a căutat să răspundă, într-un mod simplu și concret, la toate întrebările. Era o încercare de a întocmi o teorie asupra lumii — din ce este alcătuită și cum funcționează ea — prin prisma vieții și a muncii cotidiene.

Filozofii și înțelepții

Oamenii care au pus aceste întrebări și le-au dat răspuns au fost numiți de Socrate, mult mai tîrziu, *filozofi*, adică iubitori ai înțelepciunii. Pe vremea lor li se spunea sofisti, adică oameni înțelepți. În prezent știm foarte puțin despre ei sau despre convingerile lor; majoritatea informațiilor ne-au parvenit prin tradiție orală și, în sfîrșit, prin cîteva fragmente din citatele reproduse în lucrările lui Platon și Aristotel, care le-au folosit mai ales pentru a-și combate predecesorii sau a-și bate joc de ei. Însuși faptul că au fost cunoscuți și n-au fost uitați și că s-au păstrat legende despre viața lor arată cît de importanți trebuie să fi fost pe vremea lor. Cînd, în urma războaielor din prima parte a epocii fierului, a început procesul de cristalizare a unei noi civilizații, acești filozofi au ajuns să reprezinte în societate un nou tip social. Ei au fost însă, în esență, oameni luminați, înțelepți, care au cules și au analizat vechile cunoștințe ale Orientului, le-au adaptat și le-au îmbunătățit pentru a corespunde vremurilor noi. Ei au

fui în același timp profeți și conducători ai riturilor religioase
secrete, întemeind deseori comunități semimonahice, care erau
totodată școli. Cei care se evidențiau — aceștia sînt, de altfel,
singurii despre care știm ceva — de obicei reușeau să ajungă
în situația de consilieri politici sau științifici pe lângă vreun
titlu sau cîrmuitor democratic, care îi consulta, sau poate dă-
deau sfaturi din proprie inițiativă cu privire la tot felul de
probleme. Dacă se certau cu stăpînul lor, de obicei erau an-
gați numaidecît de un rival al acestuia. O cîrmuire care avea
în spatele său un filozof celebru se bucura de mai mult presti-
giu și de mai multă stabilitate. Pericle, de exemplu, a benefi-
ciat de prezența lui Anaxagora, însă acest filozof a mers prea
departe cu sfidarea convingerilor îndeobște acceptate, așa că
a trebuit să fie exilat. Fie că erau de partea democrației, fie
a aristocrației, aproape toți acești filozofi erau oameni înstă-
riți. Puțini dintre ei, după cîte știm, au fost nevoiți să mun-
cească pentru a-și câștiga existența. Protagora și alți so-
fisti din secolul al V-lea î.e.n. acceptau să fie plătiți pentru
lecțiile pe care le dădeau. Platon, care era destul de bogat pen-
tru a nu avea nevoie de așa ceva, îi disprețuia, considerînd
că astfel își pierdeau poziția independentă de filozofi.

Astfel de filozofi n-au fost numai în Grecia. În multe
parți ale lumii, prefacerile din epoca fierului au oferit perspec-
tive unor oameni cu idei și doctrine asemănătoare. În Pa-
lestina au existat profeții și autorii de mai târziu ai cărților
înțelepciunii, cum ar fi Ecclesiastul sau cartea lui Iov. Se prea
poate ca Ieremia să-l fi întîlnit pe Tales la Naucratis, în
Egipt. În India au fost mai mulți riși și buddha, dintre care
cel mai vestit este Gautama Buddha. În China, Lao-tzi și
Confucius au trăit cam în același timp. Toți aceștia au formu-
lat concepții generale asupra naturii și omului. Cea mai mare
parte dintre ei au fost sfetnici ai suveranilor și au încercat să
reformeze statele, însă de obicei fără succes. Cei mai mulți au
fost, la vremea lor, neconformiști, chiar dacă pretindeau, cum
a făcut Confucius, că încearcă să regăsească înțelepciunea ce-
lor vechi. Abia mai târziu aveau să devină întemeietori ai unor
noi ortodoxii.

Succesul lor s-a datorat faptului că au umplut golul lăsat
în domeniul ideilor de transformarea economică a civilizației
epocii bronzului în aceea a epocii fierului. Ei au contribuit la
formarea a ceea ce numește Marx suprastructura ideologică a
unui nou sistem de relații de producție. În acest nou sistem,
conducerea societății, care se găsea în mîinile negustorilor, ti-
ranilor și conducătorilor militari, era mult mai ruptă de par-
tea tehnică-materială a producției decît în epoca bronzului.
În același timp, filozofii, spre deosebire de marii conducători
de lucrări din timpul construirii canalelor, piramidelor și tem-

plelor, nu aveau nimic de-a face cu conducerea materială efectivă a economiei. În consecință, suprastructura pe care au creat-o a fost, în general, idealistă și n-a contribuit la dezvoltarea științelor experimentale.

Totuși, filozofii ionieni mai vechi nu se încadrează perfect în acest tablou. În timpul lor, statul sclavagist și cîrmuirea celor bogați nu se statorniciseră încă pe deplin. De asemenea, ei se deosebeau de majoritatea înțelepților din Orient prin faptul că erau totodată materialisti, raționaliști și atei. Spre deosebire de continuatorii lor, ei erau preocupați mai puțin de morală și de politică și mai mult de problemele naturii.

Lumea și elementele ei.

Tales, Heraclit și Empedocle

Primul reprezentant al filozofiei grecești tradiționale a fost Tales. Acestuia i se atribuie teoria că la început totul a fost apă, din care au provenit pămîntul, aerul și ființele vii. Recunoaștem în această teorie aceeași concepție ca în cartea Facerii, un răspîndit mit sumerian despre facerea lumii, destul de firesc pentru o regiune de deltă, unde pămîntul trebuia să fie cîștigat prin secarea mlaștinilor. Aceste mituri, păstrate cu fidelitate în forma lor inițială, sînt, la baza lor, materialiste, mult mai vechi decît primele societăți împărțite în clase.²⁻⁴⁷ Nou în versiunea lui Tales este faptul că a lăsat deoparte pe creator. Ca și Laplace cu secole mai tîrziu, în răspunsul dat lui Napoleon, „el nu avea nevoie de această ipoteză”. Materialismul lui Tales se manifestă în interesul său pentru natură și în respingerea speculației metafizice, care a fost introdusă mai tîrziu pentru a se justifica societatea împărțită în clase. Nu este un materialism mecanicist, ci mai curînd un materialism în care întreaga materie este socotită însuflețită. El a fost un *hilozoist* (materie-viață). Această teorie, în fond materialistă și ateistă, a fost sprijinită de filozofii de mai tîrziu ai acestei școli, Anaximandru și Anaximene, care au modificat ipoteza originară pentru a o extinde asupra unui număr mai mare de fenomene. Ei au considerat în același timp pămîntul, ceața și focul ca *elementele* (l, m, n) (în grecește *stoi-cheia*, „îitere”) din care este alcătuită lumea, tot așa cum cuvintele sînt formate din litere. Heraclit, filozoful transformării, și-a luat ca deviză *panta rhei*, totul curge. El considera că focul este elementul prim, deoarece este foarte activ și poate transforma totul. El exprima această concepție astfel: „Toate lucrurile se schimbă în foc, iar focul în toate lucrurile, la fel ca mărfurile în aur și aurul în mărfuri”.¹⁻¹⁴⁻¹⁶ Aceasta arată încă o dată modul în care procesele tehnice și practica economică concretă au dat naștere noii filozofii. El

Introdus de asemenea ideea contrariilor : unele lucruri, ca focul, năzuiesc în sus, iar altele, ca pietrele, năzuiesc în jos. Cele două contrarii sînt necesare unul altuia și generează o înclinație, ca, de pildă, aceea a arcului și a coardei sale. Aceasta reprezintă prima enunțare a unei filozofii dialectice.

Impedocle, succesorul acestei școli a filozofilor materialisti, a demonstrat prin experimentare că aerul invizibil este și el o substanță materială și a stabilit următoarea ordine a elementelor primare : pămîntul, apa, aerul și focul, unul deasupra celuilalt, fiecare dintre ele luptînd să revină la locul lui atunci cînd ordinea lor este tulburată. El considera că tendințele contrare, iubirea și ura, pe care le concepea de asemenea ca principii materiale, acționînd mecanic, amestecă fără întrerupere elementele între ele și apoi le separă din nou. Aceasta este o concepție asemănătoare, dar probabil cu totul independentă, cu dualismul principiilor Yin și Yang din China veche. Este vorba de două principii, masculin și feminin, focul și apa, care acționează unul asupra altuia spre a forma celelalte elemente, metalul, lemnul și, în sfîrșit, pămîntul, iar din acestea, prin amestecuri ulterioare, „cele 10 000 de lucruri“ ale lumii materiale.

Întreaga tendință a gîndirii ioniene era îndreptată spre o lume dinamică, în continuă transformare reciprocă a elementelor materiale. Cei mai mulți filozofi de mai tîrziu au avut tendința să se concentreze mai mult asupra ordinii naturale statice a elementelor și să le considere ca o parte fixă și invariabilă a structurii universului. Această ordine statică a elementelor, consfințită de Aristotel, a fost folosită pentru îngrădirea oricăror transformări progresiste, în special a transformărilor sociale. Acest lucru s-a putut face stabilind o egalitate între elemente și clasele sociale și trăgînd de aici concluzia că starea ideală și definitivă a lumii sociale este aceea în care clasele inferioare sînt subordonate celor superioare. Identificarea aceasta a lumii sociale cu aceea a naturii a împiedicat înțelegerea amîndurora. Ea a transformat o teorie inițial materialistă într-una formalistă, frînînd dezvoltarea astronomiei, medicinei și chimiei, impunîndu-le analogii forțate, care pretindeau să consacre o ordine universală.

O altă confuzie profund înrădăcinată s-a aflat la baza concepției despre lume a anticilor : elementele lor trebuiau să îndeplinească două funcții incompatibile. Pe de o parte, ele reprezentau particulele materiale active și mișcările lumii, așa cum o cunoșteau ei, servind la explicarea tuturor aspectelor pămîntului și mării, a soarelui și furtunii, fără a recurge în nici un fel la zei. În acest sens noi vorbim și astăzi despre pregnanța acestor elemente. Pe de altă parte, elementele acționau drept calități — cald și frig, umed și uscat, ușor și

greu — fără să fie atribute ale vreunui lucru. Nici unul dintre aceste elemente nu era legat de o anumită substanță materială, ca elementele chimice în secolul al XIX-lea. Anaxagora (aprox. 500—428 î.e.n.), ultimul dintre filozofii ionieni, a ajuns pînă la a afirma că semințele fiecărui element se află în orice lucru, ceea ce seamănă cu actualele concepții despre stările materiei: gazoasă, lichidă și solidă.

Marele merit al vechii școli ioniene a constat în faptul că a schișat o imagine a modului în care universul a luat ființă și a felului cum funcționează, fără intervenția zeilor sau a vreunui plan preconcept. Slăbiciunea fundamentală a acestei școli a constat în caracterul ei vag, pur descriptiv și calitativ. Prin ea însăși nu putea să ducă nicăieri; nimic concret nu se putea realiza cu ajutorul ei. Se simțea nevoia introducerii în filozofie a *numărului* și a *cantității*.

Cantitatea și numărul. Pitagora

Tendința de a asocia în mod arbitrar rapoarte între numere simple și corpurile cerești, avîndu-și probabil, originea în astronomia babiloneană, a apărut încă în opera lui Anaximandru (611—547 î.e.n.), care a evaluat distanțele de la Pămînt la stele, la Lună și la Soare ca fiind, respectiv, de 9, de 18 și de 27 de ori diametrul discului Pămîntului. Atribuirea de *numere* tuturor aspectelor naturii este asociată cu doctrina lui Pitagora (582—500 î.e.n.). Acesta era originar din Samos, o insulă în apropiere de Milet, însă a emigrat în sudul Italiei, unde a întemeiat un fel de școală filozofică-religioasă. Fie că Pitagora a fost o figură cu totul legendară sau nu, școala care i-a purtat numele a fost totuși reală și ea avea să exercite mai tîrziu o influență uriașă, mai ales prin exponentul ei cel mai important, Platon (427—347 î.e.n.).

În învățătura lui Pitagora sînt îmbinate două tendințe de gîndire: *matematică* și *mistică*. Nu se știe în ce proporție matematica lui Pitagora îi aparține lui personal. Sigur este că faimoasa lui teoremă privitoare la triunghiul dreptunghic fusese binecunoscută, ca o regulă practică, de egipteni, iar babilonienii au întocmit lungi tabele de triunghiuri „pitagoreice”. Se poate chiar ca toate teoriile pitagoreice asupra numerelor, atît sub aspectul lor mistic, cît și matematic, să se tragă din vreun izvor aparținînd gîndirii orientale, după cum pare a arăta destul de convingător caracterul lor. Dar, indiferent dacă Pitagora a fost un creator sau numai un transmițător, legătura stabilită de școala sa între matematică, știință și filozofie n-a mai fost niciodată pierdută.

Pitagora vedea în *numere* cheia pentru înțelegerea universului. El le-a legat, pe de o parte, de geometrie, arătînd

putem le pot construi pătrate și triunghiuri din puncte așezate în mod corespunzător ; pe de altă parte, de fizică, prin descoperirea că acele coarde ale căror lungimi se află în *raporturi* simple emit sunete cu intervale muzicale regulate între ele : octave, terțe etc. Aceasta a legat *armonia*, cunoscută înainte numai prin simțuri, de raporturile între numere și, de aici, de formele geometrice. Pitagoreicii au dat tonul întregii geometrii grecești, stăruind asupra importanței universale a celor cinci poliedre regulate, ale căror fețe pot fi triunghiuri, pătrate și pentagoane. O semnificație mistică deosebită avea pentagonul, deoarece construirea lui cu rigla și compasul a reprezentat un triumf al matematicii. Două dintre corpurile geometrice ale lui Platon, dodecaedrul și icosaedrul, au simetrie pentagonală. Întreaga geometrie sintetică a lui Euclid conduce, fără îndoială, la metoda de construire a acestor două corpuri geometrice, iar demonstrația că nu se pot construi mai multe asemenea corpuri a reprezentat punctul culminant al geometriei grecești, anticipând teoria modernă a grupurilor.

Raportul și numerele iraționale

Școala pitagoreică a făcut o descoperire matematică fundamentală, deși aceasta a avut loc, probabil, la câțva timp după moartea șefului ei. Dacă măsura oricărei lungimi poate fi exprimată printr-un număr, *corelația* dintre două măsuri diferite ar putea fi exprimată sub forma *raportului* a două numere. Însă un caz foarte simplu arată că acest lucru nu este posibil. Orice număr s-ar folosi pentru a exprima lungimea laturilor unui pătrat, lungimea diagonalei sale nu poate fi exprimată în aceleași unități ca un număr întreg sau fracționar. Aceasta este totuna cu a afirma că nici o fracție ordinară înmulțită prin ea însăși nu poate da exact 2, sau că $\sqrt{2}$ este un număr *irațional*. Descoperirea că există numere iraționale a reprezentat o lovitură serioasă pentru întreaga școală pitagoreică și a contribuit la destrămarea ei. O concluzie care s-ar fi putut trage de aici a constatat în a afirma că măsurile nu sînt reale, o alta — care în cele din urmă a și fost adoptată — a fost extinderea noțiunii de număr pentru a cuprinde și numerele iraționale.^{2.41}

Pitagoreicilor le datorăm înțelegerea importanței cercului și a sferei în astronomie. Ei credeau că Pămîntul este o sferă și că se mișcă împreună cu corpurile cerești — Soarele, Luna și un contra-pămînt misterios — în jurul unui foc central permanent și invizibil. Această idee, după ce a fost raționalizată de Heraclid (375 î.e.n.) și Aristarh (aprox. 310—230 î.e.n.), a dus la imaginea modernă a sistemului solar.

Activitatea școlii pitagoreice a pus temelia matematicilor, ca și a științelor fizice. Dar chiar în matematică elementul mistic este cât se poate de evident la pitagoreici. Ei susțineau că sufletul etern este legat de formele eterne ale numărului, descoperindu-l în special în numărul $10 = 1 + 2 + 3 + 4$. După teoria lor, întreaga lume este compusă din numere pure. Această formă de idealism extrem este legată de magia cabalistică a numărului, care se regăsește și în sfânta treime, în cei patru evangheliști, în cele șapte păcate de moarte, precum și în numărul fiarei apocaliptice. Ea apare și în fizica matematică modernă, când adepții ei încearcă să-l proclame pe Dumnezeu drept matematician suprem.^{2.40}

Misticismul pătrunde în știință

Și în fizică pitagoreicii au părăsit adesea tărîmul faptelor, înlocuind cunoașterea experimentală cu mistica numărului. Latura mistică a pitagoreismului îl leagă de misterele orifice, vestigiu al magiei vechilor comunități, care devenise de pe atunci un mijloc de evadare din asprele realități ale epocii fierului.^{2.45.154} Orfismul, ca religie a sclavilor, are de fapt unele puncte de asemănare cu creștinismul, între altele în simbolurile roții și peșterii.^{2.38} Teza principală a pitagoreicilor era doctrina migrațiunii sufletelor, în esență aceeași ca a hindușilor, deși probabil cu totul independentă de orice influență indiană. Obiectivul cultului este evadarea din ciclul reîncarnării prin practici mistice comune, „orgii“, și prin contemplație mistică extatică, „teorii“, adică viziuni.^{2.17.33} Această concepție este asemănătoare cu aceea a ajungerii la nirvana prin yoga, căreia Gautama a încercat zadarnic să i se opună. Ideea reîncarnării nu era înacceptabilă în epoca veche a pietrei, când a apărut prima oară. În epoca fierului, ea a fost însă reacționară, deoarece estompa esența nedreptății sociale și a războiului, manifestînd față de ele cel puțin o aprobare tacită (p. 726).^{2.13} În „Bhagavad Gita“, când Arjuna întreabă cu groază cum s-a ajuns la lupta fratricidă, Krișna răspunde :

*„Dacă ucigașul crede că omoară,
Dacă cel ucis se crede omorît,
Nu cunosc, nici unul, căile ascunse,
Căci eu vin și trec și mă întorc din nou“.*

Obiectivul mistic era realizarea desprinderii prin purificare. La început, această purificare era o ceremonie pur magică de inițiere sau de reîncarnare. Mai târziu ea a fost asociată cu alchimia, unde a apărut sub forma purificării metalelor prin foc (p. 86). Pitagoreicii au introdus ideea

purificării prin cunoaștere, *cunoașterea pură a contemplației* pasive. Potrivit acestei concepții, așa cum a fost exprimată de Platon, poporul, ca și spectatorii la jocuri, poate fi împărțit în trei categorii: cei care vin pentru ca să cumpere și să vândă, cei care participă la jocuri și spectatorii. Pe aceștia din urmă, care nu fac altceva decât să contemple, ei îi consideră mult superiori celorlalți. Acest ideal al unei științe pure, contemplația, care își are originea într-un ritual primitiv, denaturat de societatea împărțită în clase, a dăinuit pînă în timpurile noastre. Acum, ca și atunci, el oferă o scuză comodă pentru cei ce vor să beneficieze de știință fără nici un fel de răspundere.

Aceste concluzii ale concepțiilor pitagoreice sînt vădit reacționare și au apărut la un secol după apariția concepțiilor lui Pitagora. Comunitatea pitagoreică inițială, după cum arată Thomson,^{8.87} a fost în aceeași măsură politică și religioasă și, ca atare, persecutată și pînă la urmă s-a dizolvat. Thomson consideră pitagoreismul ca cea dintîi expresie a *gîndirii democratice*, adică a raționalismului negustorilor din clasele *mijlocii* în opoziție cu tradiționalismul aristocrației latifundiare, și compară influența lui cu aceea a calvinismului. El leagă îndeosebi afirmația pitagoreică asupra valorii *mijlocului* și a armoniei de rezolvarea problemelor luptei politice prin sporirea importanței negustorilor, idee pe care astăzi noi o atribuim lui Aristotel.

Influența lui Pitagora

Școala lui Pitagora a reprezentat începutul ramificării în dezvoltarea științei grecești, atît în ce privește teoria, cît și practica. Din ea se desprind două sisteme de gîndire absolut diferite. Aspectele cele mai abstracte și logice au fost preluate de Parmenide și, amestecate cu o mare doză de misticism, au devenit baza idealismului lui Platon. În direcția opusă, teoria numărului a lui Pitagora a primit în dezvoltarea sa un conținut materialist în teoria atomistă a lui Leucip din Milet (475 î.e.n.) și a lui Democrit din Abdera (420 î.e.n.).

Pitagoreicii au introdus în știința practică posibilitatea de a opera cu mărimi fizice prin reducerea lor la măsură și număr, o metodă generală care, deși deseori a fost aplicată dincolo de limitele ei, a oferit un mijloc neîntrerupt de extindere a stăpînirii omului asupra naturii. Pentru matematică, importanța lui Pitagora a fost și mai mare, prin faptul că școala lui a stabilit metoda *demonstrației* pe calea raționamentului *deductiv*, pornind de la *postulate*. Această reprezentă cel mai puternic mijloc de *generalizare* a experienței, deoarece transformă un număr de cazuri într-o *teoremă* *.

Deosebit de prețioasă în matematică, demonstrația deductivă a fost pusă apoi în slujba idealismului, pentru a dovedi absurdități vădite pornind de la principii evidente.

Parmenide

Printre primii filosofi care au făcut acest lucru a fost Parmenide (470 î.e.n.) din Elea, în sudul Italiei, și elevul său Zenon (450 î.e.n.), legați amândoi de partidul aristocratic și conservator al orașului. Parmenide a fost un filozof al rațiunii pure. El a atacat cu violență întreaga știință bazată pe observație și experimentare, pretinzând că astfel de studii n-ar putea da decât păreri nesigure din cauza imperfecțiunii simțurilor, în timp ce adevărurile numărului, percepute prin rațiune pură, sînt absolute. Cererea *adevărului absolut* și a certitudinii, care nu pot fi găsite în simțurile înșelătoare, „în ochiul orb, în urechea care este doar un ecou”, exprimă nevoia puternică de stabilitate pe care totdeauna o simte în vremuri tulburi partea care pierde.

Nu este de mirare că această tendință idealistă antiștiințifică a fost adoptată mai târziu de Platon și s-a menținut în filozofie pînă în ziua de astăzi. Parmenide a mers și mai departe: el a combătut, făcînd apel la logică, concepția lui Heraclit că totul se schimbă. Dacă *ceea ce este este și ceea ce nu este nu este*, nimic nu se poate întîmpla niciodată, iar *schimbarea nu este cu puțință*. Nu numai schimbarea, ci și varietatea este imposibilă într-un astfel de univers. Universul *real* este unic și imuabil. Dar cum simțurile noastre ne arată varietate și schimbare, acestea nu pot fi decât aparente, iar lumea materială, așa cum ne apare, trebuie să fie o *iluzie*. Aceasta reprezintă prima formulare limpede a concepției idealiste extreme și totodată începutul *logicii formale*. Hegel a reluat logica lui Parmenide și i-a combătut demonstrațiile, susținînd că ideea existenței, contrazisă de ideea nonexistenței, dă naștere ideii de devenire și, de aici, prin același *idealism dialectic*, întregii lumi ideale complexe. Aceasta a fost filozofia pe care Marx a repus-o cu picioarele în jos, întemeind *materialismul dialectic*. Idealismul lui Parmenide nu era chiar atît de pur pe cît pare. Ideea unității imuabile este o idee extrem de comodă pentru o minoritate care guvernează pe baza dreptului „divin”.

Zenon, elev al lui Parmenide, a atacat baza teoriei matematice și fizice a lui Pitagora, prezentînd patru paradoxuri simple ce par să dovedească logic că timpul sau distanța nu pot fi nici continue, nici discontinue. Dacă spațiul este continuu, alergătorul nu poate să ajungă niciodată la țintă. Dacă a ajuns la jumătatea drumului, îi mai trebuie timp pentru

o strălucită jumătate din restul drumului și tot așa la infinit. Dacă spațiul este discontinuu, săgeata nu se poate deplasa pe linie pentru că este fie la un punct, fie la cel următor, iar între aceste puncte nu există nimic. Paradoxurile lui Zenon n-au fost cu totul inutile; ele constituie începutul căutării preciziei în matematică. La aceste subtilități s-a recurs pentru a demonstra că lumea vizibilă nu poate exista în realitate. Dar ele pot servi tot atât de bine pentru a demonstra că rațiunea pură poate fi mai neghioabă și mai goală de conținut decât orice ar putea născoci simțurile.

Atomul și vidul. Democrit

Răsposta cea mai concludentă la aceste tendințe idealiste a fost dată de Democrit, a cărui *teorie atomistă* urma să exercite o influență covârșitoare asupra științei de mai târziu. În loc să examineze universul ca fiind alcătuit din numere ideale, el și-a închipuit un univers format din mici particule nenumerate și indivizibile (a-tomos), *atomi* care se mișcă în vidul spațiului gol. Atomii erau nemodificabili, fiind din acest punct de vedere în concordanță cu teoria imuabilității a lui Parmenide. Ei aveau diferite forme geometrice, aceasta pentru a explica facultatea lor de a se combina ca să formeze toate lucrurile diferite din lume. Iar prin *mișcarea* lor era explicată orice transformare vizibilă. În felul acesta, Democrit a reușit să-și însușească conținutul matematic al concepției lui Pitagora, în special importanța formelor geometrice, respingând însă idealismul și misticismul acestuia.

Introducerea vidului — neantul — în filozofie a reprezentat de asemenea o acțiune îndrăznească. Universul filozofilor mai vechi a fost acela al simțului comun. Era un univers plin, ceva compact. Ideea unui vacuum a îngrozit pe toți filozofii de seamă și această groază a fost atribuită naturii. Multe dintre marile realizări ale fizicii din vremea Renașterii, ca dinamica lui Galilei, precum și realizările științifice și tehnice de mai târziu, ca legile cu privire la comportarea gazelor și mașina cu abur, au luat ființă în procesul de răsturnare a acestei idei (p. 329 și urm.).

Teoria atomistă a avut de la bun început o nuanță politică radicală, deoarece era fățiș materialistă și s-a ferit să recurgă la armonii predeterminate. Autoritatea lui Platon și a lui Aristotel, care se sprijinea pe teoria ideilor sau a formelor substanțiale (p. 145), a fost suficientă ca să împiedice acceptarea unanimă a acestei teorii. Ea s-a menținut totuși, de la lungul întregii perioade clasice, ca o erezie statornică, iar prin Epicur și Lucrețiu a influențat filozofia și etica în etapele lor ulterioare. Conform teoriei atomiste, lumea se

menținea prin acțiunea naturală a părților ei componente și nu avea nevoie de nici o călăuzire divină. Atomismul lui Democrit a fost în întregime determinist, însă mai târziu Epicur a introdus în atomii lui o anumită doză de variație sau deviere spontană, pentru a face posibile variația și liberul arbitru al omului.^{2.33}

Ar fi însă o greșeală să se considere că atomismul din Grecia antică a fost în esență o teorie științifică a fizicii. Nici una dintre concluziile lui nu putea fi verificată practic. Cu toate acestea, el este strămoșul direct și recunoscut al tuturor teoriilor atomiste moderne. Gassendi (p. 326), primul dintre atomiștii moderni, s-a inspirat nemijlocit din concepțiile lui Democrit și Epicur. Newton (p. 327) a fost, la rândul său, un adept fervent al teoriei atomiste și din activitatea sa s-a inspirat John Dalton (p. 455) pentru a ajunge în cele din urmă la fundamentarea teoriei atomiste a chimiei. Atomii din chimie nu s-au dovedit chiar atât de indivizibili pe cât ar face să se creadă numele lor, însă explicațiile mai profunde ale fizicii nucleare se sprijină tot pe aceeași tradiție atomistă.

Epoca lui Pericle

Orașul Atena a devenit, la sfârșitul războaielor cu persii (479 î.e.n.), conducătorul economic și cultural al lumii grecești. Atena și-a câștigat acest loc prin curajul și dârzenia cu care s-a împotrivit invadatorilor. De fapt, succesele ei s-au datorat în special folosirii pe care a dat-o banilor proveniți din minele de argint de la Laurion. După sfatul lui Temistocle, acești bani au fost investiți în construirea unei flote care, cu echipajul format din cetățeni săraci, a asigurat nu numai victoria orașului, ci și puterea oamenilor de rând în guvernarea lui. Întîietatea pe plan comercial a Atenei a avut ca urmare sporirea bogăției ei și a atras în oraș nu numai pictori și sculptori, ci și istorici și filozofi. În secolul următor, chiar și după războiul ruinător cu Sparta, Atena a fost centrul intelectual al lumii grecești, iar moștenirea științei ioniene, mai ales tradițiile matematice și astronomice ale doctrinei lui Pitagora, a găsit aici un nou stimulent pentru dezvoltare.

Această perioadă prezintă o importanță uriașă pentru dezvoltarea științei mondiale, deoarece face legătura între speculațiile poetice ale ionienilor și calculele precise ale perioadei alexandrine. Ultimul dintre filozofii ionieni, Anaxagora din Clazomene, stabilit la Atena, a fost prietenul lui Pericle și, din câte știm, a fost expulzat din cauza concepției sale raționaliste în anul 432 î.e.n.

În această perioadă s-au pus cele mai importante probleme ale științei — atât ale științelor sociale, cât și ale științelor

naturii — deși cu privire la acestea aveau să fie propuse multe soluții diferite în secolele care au urmat. De aici înainte știința greacă avea să fie autonomă și să-și dezvolte caracterul ei specific în cadrul propriilor ei îngrădiri, care au însemnat în mare măsură realizarea posibilităților ei. În științele naturii s-a pus accentul pe matematică și astronomie, considerate ca metode de verificare a adevărului, și într-o măsură mai mică pe medicină, ca mijloc de păstrare a sănătății și frumuseții.

Trinșul geometriei

Din momentul descoperirii numerelor iraționale (p. 123), matematicienii greci și-au îndepărtat atenția de la numere, trecând la studierea liniilor și a suprafețelor, în legătură cu care nu se ridicau dificultățile logice existente la studierea numerelor. Aceasta a avut ca urmare dezvoltarea unei geometrii a măsurătorii, care reprezintă, poate, cel mai important aport al grecilor în știință. Matematica babiloneană, cu succesele pe care le-a înregistrat în India și în lumea musulmană, se limita în special la domeniul aritmeticii și algebrei. Principalii realizatori ai acestei transformări au fost Hipocrat din Chios (aprox. 450 î.e.n.) și Eudox (408—355 î.e.n.). Hipocrat a fost cel dintâi care a dat în Atena lecții pe bani și care a folosit literele pentru notarea figurilor geometrice. El s-a ocupat cu rezolvarea geometrică a problemelor clasice: cvadratura cercului și dublarea cubului. Deși n-a reușit în nici una, a stabilit un lanț de teoreme prețioase, de care s-a folosit mai târziu Euclid când și-a construit „Elementele”. Aceste probleme, împreună cu aceea a triseției unghiului, care nu pot fi rezolvate cu rigla și compasul, au condus pe alți geometri, ca Hipias din Elis, la construirea curbilor de ordin superior și la întemeierea unei noi ramuri a geometriei. Eudox a fost, poate, cel mai mare dintre matematicienii greci. El a fundamentat teoria proporțiilor, aplicabilă tuturor mărimilor, și a descoperit metoda exhaustiei sau a aproximației succesive în măsurarea liniilor și suprafețelor, care, după ce a fost extinsă de Arhimede, avea să devină baza calculului infinitezimal.

Astronomia sferică

În aceeași perioadă a avut loc dezvoltarea logică a imagini pitagoreice a lumii. Și aici autorul teoriei a fost același Eudox, astronom tot atât de mare pe cât era de mare matematician. El a reușit să explice mișcările Soarelui, Lunii și planetelor cu ajutorul unor sisteme de sfere concentrice, fiecare

dintre ele rotindu-se în jurul unui ax fix în interiorul sferei următoare. Modelul era grosolan și mecanic; totuși acest sistem de sfere metalice în funcțiune putea fi folosit ca o metodă de observație mult mai flexibilă decât aceea a gnomonului sau a cadranului solar. Din acest model provin toate instrumentele astronomice pînă în ziua de astăzi. Teoria sferelor era simplă, de fapt prea simplă pentru a explica chiar și fapte cunoscute cu mult înainte de babiloneni, ca acelea ale duratei mai scurte a anotimpurilor toamnei și iernii, care țin, respectiv, 89 de zile și 19 ore și 89 de zile și 1 oră, în comparație cu primăvara și vara, care durează, respectiv, 92 de zile și 20 ore și 93 de zile și 14 ore. Pe atunci, acestea păreau imperfecțiuni neînsemnate, care urmau să fie înlăturate prin realizarea unei precizii mai mari în măsurătorile astronomice, proces care a continuat, complicîndu-se mereu, pînă cînd a fost înlăturat în întregime de Copernic și Newton *.

Medicina greacă. Hipocrat

Medicina greacă a adus și ea o contribuție la făurirea unui tablou științific și încheșat al lumii. De la ea pornesc cele două curente — unul empiric și celălalt filozofic — care au străbătut medicina de atunci pînă în zilele noastre. Medicina greacă, la fel ca matematica greacă, reprezintă o continuare directă a medicinei civilizațiilor vechi (p. 84 și urm.). Se pare că medicii greci erau cu toții asclepiazi, adică făceau parte din ginta lui Asclepios, semizeul medicinei, una dintre gințile care se consacrase în întregime unei profesii, formînd o corporație. În jurămîntul hipocratic ^{2.46.332} avem încă o relicvă bine conservată a unei ceremonii de primire în rîndurile ginții, impunînd membrilor ginții și familiilor lor diferite obligații, care mai sînt respectate și astăzi. De exemplu, găsim acolo următoarea prevedere:

„Am s-o împărtășesc prin îndrumări, prin lămuriri și prin orice alt mijloc de învățură nu numai fiilor mei, ci și fiilor aceluia care m-a învățat pe mine și discipolilor uniți prin legămînt și jurămînt, după cum cere legea medicilor, însă nimănui altuia“ ^{1.40.213}

În Grecia, ca și în vechile civilizații, medicul era un fel de aristocrat, ocupîndu-se în special de patronii bogați. Tratatamentul oamenilor, de rînd era lăsat pe mîna babelor și șarlatanilor, care foloseau leacuri tradiționale și magice.

Primul curent în medicina greacă este acela legat de numele medicului aproape legendar Hipocrat din Cos. Așa-numitul „Corpus hippocraticum“ este o culegere de tratate medicale, scrise, probabil, între anii 450 și 350 î.e.n. și bazate, fără îndoială, pe date clinice. Medicina este socotită ca arta (*technè*) vindecării pacienților. Cel mai celebru

citat din Hipocrat este cel prilejuit de recomandarea ca medicii să interzică bolnavilor care au febră să mănânce.

„Viața este scurtă, iar arta lungă; ocazia se pierde; experimentarea este periculoasă, iar hotărîrea grea. Totuși, trebuie să fim pregătiți să ne facem nu numai noi înșine datoria; și bolnavul, și îngrijitorii săi, și împrejurările exterioare trebuie să coopereze”. 1.40.229

Fiecare caz este analizat după aspectele proprii, însă părerea asupra lui se bazează pe observațiile făcute asupra cazurilor similare. În această privință, Hipocrat urmează tradiția medicilor egipteni (p. 84). Cauze ale bolilor sau tratamente de natură magică sau religioasă nu sînt menționate, ba Hipocrat merge și mai departe, negînd categoric asemenea cauze. Astfel, în pasajul asupra bolii „sacre”, epilepsia, citim :

„Mie mi se pare că boala numită sacră nu are o obîrșie mai dumnezeiască decît oricare alta. Ea are o cauză naturală, așa cum au și celelalte boli. Oamenii o cred divină pentru că nu o înțeleg... În natură, toate lucrurile se aseamănă prin aceea că toate pot fi urmărite pînă la cauze anterioare”. 1.39.4.

Mai mult, școala din Cos interzice tot atît de categoric aplicarea filozofiei în medicină. În „Medicina antică” (al cărei autor ar putea fi sofistul Protagora) găsim :

„Toți cei care încearcă să discute arta tămăduirii pe baza unui postulat — căldură, frig, umezeală, uscăciune — sau a altei născociri, restrîngînd astfel cauzele bolii și morții în rîndurile oamenilor la un postulat sau două de acest fel, nu numai că greșesc în mod vădit, dar trebuie trași la răspundere în chip special, deoarece ei greșesc în concepția lor despre ceea ce este o artă sau o tehnică (*technê*) și încă una pe care toți oamenii o folosesc în momentele critice ale vieții, dînd o înaltă cinstire practicienilor și mîștrilor ei dacă sînt buni”. 2.17.68

În ciuda acestui avertisment, tendința de a folosi postulate filozofice s-a accentuat în medicină și a pătruns chiar în scrierile lui Hipocrat.

Acest lucru s-a datorat, în parte, primelor studii de anatomie și fiziologie. Un adept al lui Pitagora, Alomeon, a aflat, de pildă, prin disecție cîte ceva despre funcția nervilor și a îndrăznit să susțină că creierul și nu inima este organul senzației și al mișcării. Acest fapt, care trebuie să fi fost practic cunoscut vîntătorilor primitivi, avea să mai fie negat cu înverșunare de medici și peste 2 000 de ani. Doctrinile cele mai mistice au fost mult mai ușor acceptate. Un alt pitagoreic, Filolaus, a formulat doctrina celor trei spirite sau suflete ale omului : sufletul vegetativ, pe care omul îl are la fel cu toate lucrurile care cresc, situat în buric ; sufletul animal, pe care îl are la fel numai cu animalele și care dă senzația și mișcarea, situat în inimă ; și sufletul rațional, pe care îl posedă numai omul, situat în creier. Aceste spirite

aveau să greveze fiziologia și anatomia secole întregi, împiedicându-i pe oameni să folosească evidența simțurilor lor, pînă cînd Harvey le-a venit de hac (p. 301 și urm.).

Doctrina despre umori

Doctrina cea mai trainic înrădăcinată și mai dăunătoare pentru practica și teoria medicinei a fost însă aceea a celor patru umori, enunțată pentru prima oară de Empedocle (p. 121). El a fost medic și filozof, și și-a extins ideile cosmologice asupra teoriei sale medicale. El considera că aceleași patru elemente sau „rădăcini” ale lucrurilor din care este compus universul trebuie să se găsească și în om și în toate ființele vii. Urmînd, probabil, modelele mistice mai vechi, el susținea că omul este un microcosm — o lume în mic —, reproducînd macrocosmul, lumea mare. Celor patru elemente ale universului — focul, aerul, apa și pămîntul — le corespund cele patru umori ale corpului — sîngele, fierea, mucozitatea și fierea neagră. Acestea sînt și cele patru culori sacre ale alchimiei : roșu, galben, alb și negru. După elementul care predomină, omul este sanguin, coleric, flegmatic sau melancolic. Aceasta a dus la crearea unui întreg sistem de medicină în aparență rațional, care secole de-a rîndul a ținut locul meșteșugului practic al medicinei creat de școala hipocratică (p. 202, 272, 404). Potrivit acestei teorii, tratamentul trebuie să restabilească echilibrul cuvenit al elementelor, prin controlul celor două perechi de calități contrare : cald și rece, umed și uscat, care determinau elementele. Focul este cald și uscat, aerul cald și umed, apa rece și umedă, pămîntul rece și uscat. Dacă un om are febră, îi trebuie mai multă răceală ; dacă este răcit, îi trebuie mai multă căldură.

Este lesne de văzut astăzi că aceste teorii nu aveau de fapt nici o legătură cu realitățile fiziologiei și că practica medicală bazată pe ele nu putea să aibă vreun efect bun decît rareori dacă nu chiar niciodată. Din nefericire, cu toate studiile ei clinice atente, școala din Cos n-a fost nici ea în măsură să prescrie tratamente eficace. Reprezentanții ei au excelat în prognoză și se bizuiau pe vindecarea pacientului prin puterea curativă a naturii, dacă nu i se administra un tratament violent sau nepotrivit. Așa fiind, reprezentanții acestei profesii preferau, firește, o doctrină care să le atribuie un rol mai mare în tămăduire și să ridice meșteșugul lor pînă la rangul unei filozofii demne de a fi urmată de cei mai nobili oameni.

Filozofia socială a Atenei

În perioada a doua și principală a dezvoltării gândirii grecești, interesul filozofiei, în care mai era inclusă știința, a trecut de pe planul material pe cel ideal. În faptul acesta s-au oglindit ultimele etape ale transformării dramatice a orașului-stat atenian în imperiu în secolele V—IV î.e.n.^{2.45} Aceste evenimente, care au scos la iveală forțe noi acționând în societate și care au fost atât de limpede și de frumos consemnate pentru generațiile viitoare în lucrările unor istorici ca Tucidide, au rămas de o covârșitoare importanță pentru știință și politică pînă în ziua de astăzi. Ele încep cu apariția, pentru prima oară în istoria omenirii, a unei democrații cetățenești constituite cu bună-știință. Această democrație a rămas la putere destul de mult timp pentru a-și manifesta unele din uriașele ei posibilități creatoare : și astăzi stau mărturie în acest sens Partenonul și tragediile ateniene. Ea s-a năruit pînă la urmă pentru că era bazată pe sclavie și pe exploatarea de teritorii străine. Ea n-a fost în stare să reziste atacurilor reacțiunii aristocratice, întruchipată în statul mult mai primitiv al Spartei, puternic sprijinit de aurul persan.

Eșecul democrației ateniene a reprezentat punctul de cotitură în istoria civilizației clasice. Ea n-a mai putut ajunge niciodată atât de aproape de un control al poporului asupra vieții sociale și de răsturnarea dominației celor bogați. Din acel moment, orașul-stat grec, cu toate succesele lui materiale și chiar cu toate realizările lui intelectuale, a fost sortit unei distrugerii definitive. Democrația ajunsese destul de aproape de o ieșire din contradicția economică a orașului din epoca fierului ; fără democrație, singura cale care rămînea consta în sporirea numărului de sclavi în țară și în aventuri militare pe plan extern. Timp de alte cinci secole, acestea aveau să răspîndească civilizația greacă pe o mare suprafață a lumii ; dezvoltarea ei internă însă se opriase definitiv.

Filozofii reacțiunii

Cei trei mari filozofi greci — Socrate, Platon și Aristotel — aparțin toți Atenei, însă Atenei în declin. Ei și-au tras extraordinara lor capacitate și putere de a influența gândirea din măreția revoluționară a primului oraș liber, punîndu-le apoi în slujba contrarevoluției. Socrate, cel puțin așa cum l-a înfățișat Platon, Platon însuși, ca și Aristotel, au manifestat pentru democrație un dispreț, ascunzînd numai în parte frica profundă pe care le-o inspira. Marx a fost prea îngă-

duitor față de filozofi sau, poate, se gîndea la vechiul său favorit, Epicur, cînd a spus că „filozofii nu au făcut decît să interpreteze lumea în diferite moduri ; important este însă de a o schimba“. Sarcina pe care și-a pus-o Platon în mod destul de conștient a fost aceea de a împiedica lumea să se schimbe, cel puțin în direcția democrației.

Socrate și logica

Reacțiunea idealistă în gîndirea greacă a fost exprimată prin noile procedee tehnice ale *logicii* sau ale mînuirii cuvintelor (*logoi*). Viața politică a Atenei din epoca democrației a acordat artei de a discuta și oratoriei o importanță și mai mare decît aceea pe care o aveau în multe alte orașe grecești (p. 113) ; ele reprezentau o cale recunoscută spre faimă și bogăție. Aceasta a stîrnit un interes nou pentru cuvinte și pentru semnificația lor. A stăpîni poporul prin cuvinte a devenit mult mai rentabil decît a stăpîni lucrurile prin muncă. O întreagă clasă nouă de înțelepți de profesie, sofistii, a început să îndrumeze pe această cale a succesului pe cei dispuși să plătească. Se amintește că cel mai faimos dintre ei, Protagora, a spus : „Omul este măsura tuturor lucrurilor“, exprimînd prioritatea consensului general al oamenilor față de orice cunoaștere absolută. Adversarul său a fost însuși Socrate, care a elaborat o astfel de metodă de argumentare încît, punînd o serie de întrebări pentru a stabili cunoștințele rivalului său, reușea într-un timp foarte scurt să arate celor ce-l ascultau că acesta habar nu avea despre ce vorbește. Pentru Socrate, principalul țel al omului era bunătatea individuală sau virtutea, care trebuia să fie rezultatul automat al cunoașterii. Atît cuvîntul grecesc pentru bunătate, *arete*, cît și cel latin, *virtus*, s-au referit la început la bărbăția războinică. Ares era zeul războiului. A trecut vreme îndelungată pînă cînd această bărbăție să se domolească, evoluînd în direcția idealului civismului și încă și mai îndelungată pînă cînd să se ajungă la umilința creștinească. După Socrate, cunoașterea care duce la realizarea binelui nu este cunoașterea materială și nu se poate învăța. Ea se bazează mai curînd pe respingerea oricărei *părerii* și pe încrederea în *intuiția* lăuntrică. În această privință, el se aseamănă cu contemporanul său, filozoful chinez Lao-tzî, care era tot atît de sceptic față de consensul general și tot atît de sigur de existența unui adevăr natural lăuntric.

Socrate a avut un „geniu bun“ al său, personal, care îl inspira în momentele critice. Care erau în realitate concepțiile sale este greu de spus, deoarece el n-a scris nimic și aproape tot ce știm despre el vine de la Platon. Socrate a fost

un admirabil vorbitor și o mare personalitate și a avut o imensă influență asupra Atenei timpului său, câștigându-și atât prieteni devotați, cât și dușmani înverșunați.

Deși era un om din popor, el n-a fost un adept al democrației și a venit în contact, cel puțin în ultimii ani ai vieții sale, în special cu oameni avuți și cu tineri aristocrați. Unii dintre aceștia, ca Alcibiade, s-au ridicat împotriva orașului în războiul cu Sparta, în timp ce alții, ca Critias și Charmide, au făcut parte din guvernul reacționar al celor 30 de tirani, care s-a format după înfrângere. Aceștia au fost izgoști de o revoltă populară în anul 403 î.e.n și înlocuiți cu o democrație, care însă își luase angajamentul față de spartani să nu exercite represalii politice. Sub acest guvern, Socrate a fost acuzat de impietate și de coruperea tineretului, însă adevăratele motive ale judecării sale au fost politice. Se pare că dușmanii săi au vrut numai să-l exileze, dar felul cum s-a apărat, calm și sfidător, i-a determinat să-l condamne la moarte, făcând din el primul și cel mai cunoscut martir al filozofiei. Mai mult încă decât personalitatea sa, împrejurările vieții și morții sale marchează o răscruce în gândirea greacă. De acum înainte filozofia va avea o ramură morală, sau etică, și una naturală, sau fizică, și timp de 2 000 de ani cea dintâi se va bucura de un mai mare prestigiu.

Platon

Platon, ca tânăr aristocrat bogat din Atena, a căzut sub influența lui Socrate într-un moment în care ambițiile sale politice păreau definitiv spulberate prin revenirea democrației.^{2.5} El s-a hotărât să-și consacre viața filozofiei, cu scopul ca, prin elaborarea principiilor unui stat desăvârșit, să conducă pe oameni spre o viață mai bună. Aceasta l-a dus pe calea *idealismului* în filozofie și, de fapt, a devenit pentru totdeauna cel mai mare exponent al acestei filozofii. Căci, deși departe de a fi fost primul idealist, el a reușit să-și prezinte concepțiile sub forma unor dialoguri, de o frumusețe și de o putere de convingere care n-au fost niciodată întrecute în scrierile filozofice. De fapt, frumusețea în exprimare i-a împiedicat pe oameni în toate timpurile să vadă cât de urâte erau ideile exprimate. Principalul obiectiv politic al lui Platon, expus mai ales în „Republica” și în „Legile”, a fost acela de a elabora constituția unui stat în care toate vechile privilegii ale *aristocrației* — oamenii cei mai de soi — să fie menținute pe vecie și care, în același timp, să pară acceptabilă și claselor de jos. Izvorul inspirației sale a fost Sparta, unde viața de cazarmă pe care o duceau cetățenii în comun îi ferea, după cum se credea, de corupție și de intrigi politice și îi

ajuta să-i țină în frâu pe iloți; ^{2.48} dar el a eșuat categoric în privința primului obiectiv, iar pînă la urmă și în privința celui de-al doilea. Platon împărțea pe cetățenii republicii sale în patru trepte: străjuitorii, filozofii care guvernau, soldații care apărau și poporul care făcea toată munca. Străjuitorii dețineau totul în comun, fiind lipsiți pînă și de viața de familie. Oamenilor de rînd le era îngăduit acest lux, în schimb nu li se dădea nici o putere. Aceste împărțiri în clase urmau să fie permanente și erau justificate printr-un mit sau „o minciună nobilă”, potrivit căreia Dumnezeu ar fi creat oameni de patru feluri: de aur, de argint, de alamă și de fier.

Acestea sînt cele patru culori — galben, alb, roșu și negru — care apăruseră înainte în umorile corpului (p. 132) și care sînt totodată *varnele* castelor inițiale ale Indiei: *brahmani* (înțelepți), *kșatrii* (războinici), *vaișii* (agricultori) și *sudra* (cei situați în a ara comunității). Cornford susține însă că Platon nu s-a gîndit la clase și că fiecare categorie a fost aleasă astfel ca ea să corespundă cît mai bine îndatoririlor ei. Cu toate acestea, pasajul pe care îl citează nu dovedește cîtuși de puțin acest lucru. În alegoria lui Platon se spune că

„dacă conducătorii găsesc un copil de-al lor al cărui metal este aliat cu fier sau aramă, «ei trebuie, fără nici o milă, să-l treacă în situația cuvenită naturii sale și să-l alunge în rîndurile meșteșugarilor și agricultorilor. Dacă, dimpotrivă, aceste clase produc un copil cu aur sau argint în compoziția sa, ei îl vor promova, în raport cu valoarea sa, la rangul de străjuitor»”. ^{2.12.133}

Aceasta arată limpede că, de obicei, clasele erau ereditare, însă Platon, întocmai ca și clasa conducătoare britanică din zilele noastre, înțelegea foarte bine că, îngăduind unui număr limitat de membri capabili ai claselor de jos să pătrundă în clasele superioare, obținea metoda cea mai sigură pentru a eterniza dominația acestora din urmă.

Prin acest sistem de clase rigid, Platon nădăjduia să descopere o formă de guvernare perfectă și, mai presus de toate, stabilă. Străjuitorii n-ar fi avut nici o răspundere față de familiile lor, ci numai față de stat, și nici un fel de griji materiale sau ambiții. Ei urmau, de asemenea, să fie supuși unei educații filozofice, matematice și muzicale, care, credea el, le va insufla o bunăvoință superioară... În felul acesta el credea că va grefa pe constituția spartană o parte din gloria de neuitat a Atenei lui Pericle, unde timp de cîțiva ani noua democrație a încredințat conducerea orașului unui grup de cetățeni culți și bogați. Platon spera că va putea face să i se accepte concepțiile politice dacă va găsi un cîrmuitor care să fie în același timp filozof sau care să poată fi educat pentru a deveni filozof. Ultima încercare a făcut-o cu Dio-

nylon, tiranul Siracuzei, dar nici acesta și nici curtea sa n-au putut suporta rigorile învățaturii matematice cerute. Repu-
lica lui Platon a fost judecată în diferite feluri de generațiile
care au urmat. În evul mediu, în comparație cu domnia arbi-
trară și incapabilă a regilor și a nobililor incuși, ea părea un
ideal progresist, mai ales că era prezentată într-o proză atât
de frumoasă și de convingătoare. În epoca noastră însă ve-
dem în ea cele mai respingătoare anticipări ale eforturilor de
menținere a dominației de clasă a capitaliștilor,^{2.40} care au
găsit un ecou în așa-zisul „stat corporatist” al fasciștilor.

Pentru a susține această temă centrală a statului ideal și
în același timp pentru a justifica existența cîrmuitorilor săi
filozofi, Platon a reluat ideile lui Pitagora și Parmenide
(p. 126), care preamăreau cunoașterea adevărurilor absolute,
acestea fiind imuabile, logice și matematice. Importanța atri-
buită discuției asupra cuvintelor și adevăratelor lor semnifi-
cații tindea să imprime cuvintelor o realitate independentă de
lucrurile și de acțiunile la care se refereau. Deoarece există
un cuvînt pentru frumusețe, frumusețea însăși trebuie să fie
reală. De fapt trebuie să fie mai reală decît orice lucru
frumos. Aceasta pentru că nici un lucru frumos nu este în
întregime frumos, deoarece este frumos sau nu după cum ni
se pare nouă, în timp ce frumusețea nu conține nimic decît
pe sine însăși și trebuie să aibă o existență independentă de
orice în această lume materială schimbătoare și imperfectă.
Același logică se aplică și lucrurilor concrete: piatra, în ge-
neral, trebuie să fie mai reală decît fiecare piatră în particular.

Idealismul platonice

Astfel s-a format lumea fantastică a *ideilor* — imagini
ale perfecțiunii —, lumea materială nefiind decît umbra ei
tremurîndă pe zidurile peșterii în care sîntem închiși în
această viață.^{2.39}

De altfel, Platon nu s-a preocupat să explice aceste
aparențe; ceea ce i se părea mai important decît orice era
să demonstreze că anumite concepte abstracte sînt absolute
și eterne, indiferent de impresiile senzoriale, și că ele pot
fi percepute numai cu ochiul sufletului. Aceasta era triada
valorilor absolute: adevărul, binele și frumosul. Prima i-o
datora lui Parmenide, a doua lui Socrate, iar a treia a consti-
tuit propria sa contribuție, deși era împrumutată din concep-
ția estetică a artei pentru artă din bogata Atenă de pe vre-
mea tinereții sale. Aceste valori absolute există și astăzi.
Afirmația că ele sînt superioare simțurilor și mai presus de
orice cunoaștere dobîndită prin simțuri este folosită în pre-

zent, ca și atunci, pentru a fixa limite cercetării științifice și a sprijini concepțiile intuiționiste, mistice și reacționare.

Platon însuși le-a susținut pe baza științei cunoscute în timpul său. De fapt, el le-a dedus în cea mai mare parte din matematică și astronomie, sau, mai curînd, din astrologie. Cuvîntul *astrologie* sau raționament (*logos*) asupra stelelor a fost pus în circulație chiar de Platon, pentru a înlocui vechea astronomie, adică simpla ordonare (*nomus*) a stelelor. Mai tîrziu, astrologia a căpătat o faimă atît de rea, încît s-a revenit la vechiul termen. Platon a îmbrățișat și a extins concepțiile mistice ale lui Pitagora asupra importanței cosmice a numărului și a figurilor geometrice și a găsit în ele exemple ale adevărului absolut, independent de simțuri. Platon nu pare să fi adus o contribuție personală prea mare în domeniul matematicii, însă influența sa i-a dat fără îndoială un prestigiu care mai tîrziu a atras spre ea multe minți strălucite. Fiind însă voit abstractă și contemplativă, această influență a abătut matematica de la izvorul ei — experiența practică — și de la aplicarea ei — experiența practică —, frînînd astfel dezvoltarea algebrei și dinamicii.

Astrologia

Platon a legat matematica de astronomie, dar de un gen ciudat de astronomie în care stelele erau prezentate mai curînd așa cum ar trebui să fie și nu cum erau în realitate. Potrivit vechii concepții, larg răspîndite în acea vreme, corpurile cerești, și mai ales Soarele, Luna și planetele, erau ființe divine. De aceea oamenii cu idei învechite au privit cu repulsie, ca o blasfemie, afirmațiile filozofilor ionieni că aceste corpuri cerești sînt globuri de foc care rătăcesc (*planein*) pe cer. Platon a salvat situația, dar cu un preț extrem de scump pentru știință. El a îmbinat matematica cu teologia, afirmînd, în pofida dovezilor încă de pe atunci existente,^{2.17a.77} că planetele își manifestă divinitatea prin regularitatea imuabilă a mișcării lor perfecte și circulare, creînd armonia neauzită a sferelor cerești. În felul acesta, orice schimbare era izgonită din ceruri, iar Platon dorea s-o izgonească și din treburile oamenilor, datorită cea mai înaltă a omului fiind, după el, să contemple eternitatea și să găsească în ea dovada propriei sale nemuriri. În filozofia lui Platon nu mai întîlnim sfidarea pe care știința o aruncase credinței. Prin postularea perfecțiunii cerești, el a înăbușit ideea, formulată mai înainte de pitagoreici, că Pămîntul însuși se mișcă. Influența sa, împreună cu aceea a marelui său rival și succesor, Aristotel, a reușit deci să oprească

pe om, timp de 2 000 de ani, să cunoască mișcarea reală în spațiile cerești și, o dată cu aceasta, a răpit orice posibilitate de a se ajunge la o fizică valabilă.

Academia

Cînd nădejtile sale într-un cîrmuitor filozof s-au spulberat, Platon a revenit la Atena, după ce fusese prins pe drum și cît pe-aci să fie vîndut ca sclav. Timp de 40 de ani (387—347 î.e.n.) și-a expus doctrina, în fața unui număr de discipoli aleși, într-o grădină căreia i-a dat numele eroului Akademos. Pe poartă era scris: „Cel ce nu cunoaște matematica să nu intre aici”. Activitatea Academiei n-a încetat nici după moartea lui Platon. Deși nu i-a dezvoltat ideile într-o măsură însemnată, ea le-a păstrat și, bucurîndu-se de prestigiul lui Platon și al Atenei, a dăinuit timp de aproape 1 000 de ani, pînă cînd Iustinian a închis-o în anul 525 e.n. Ea a reprezentat o extindere și o raționalizare a comunității mistice a lui Pitagora. Activitatea ei a constat în discuții între inițiați și în predarea de cunoștințe discipolilor. Marea ei importanță se datorește faptului că este străbuna tuturor universităților și societăților științifice din zilele noastre. Platon este acela care i-a imprimat caracterul și atmosfera generală. Era, fără îndoială, academică în sensul modern al cuvîntului. Cunoașterea pură, aproape exclusiv în domeniul matematicii, astronomiei și muzicii, se dobîndea mai curînd prin citirea textelor decît prin studiul naturii, care era plină de aparențe înșelătoare și neregularități. Totuși, preferința arătată de Platon matematicii a asigurat prezența cel puțin a unei discipline cu adevărat științifice în școala care, altminteri, s-ar fi putut reduce la o simplă instituție de educație literară. Confucius, a cărui influență asupra educației chineze avea să fie aproape tot atît de îndelungată ca și aceea a lui Platon asupra Occidentului, a omis complet matematica. Este foarte probabil ca aceasta să fi contribuit la starea de relativă înapoiere a științei chineze. În mod ideal, cunoașterea adevărului, binelui și frumosului era urmărită în Academia ateniană pentru cunoașterea însăși. În fapt, grecii de mai tîrziu și, după ei, romanii considerau Academia ca o pregătire excelentă pentru tinerii de familie bună în vederea unei cariere distinse.

Platonismul

Influența lui Platon a trecut însă mult mai departe de cercul Academiei. Degradîndu-se din ce în ce mai mult prin păstrarea elementelor mistice și înlăturarea celor logice și ma-

tematice, platonismul a impregnat întreaga gândire conformistă din ultima perioadă a clasicismului. El s-a îmbinat de timpuriu cu creștinismul și a constituit, de fapt, multă vreme principalul sprijin intelectual al teologiei acestuia. După închiderea Academiei, toate lucrările originale ale lui Platon au fost date uitării, afară de cea mai absurdă dintre ele, „Timaeus”, care conține explicația mistică dată de el creației lumii. Învățătura sa a fost transmisă în mare măsură prin neoplatonismul lui Plotin, care a fost mistic într-o și mai mare măsură (p. 166). Arabii au descoperit alte câteva lucrări ale sale și le-au tradus, însă de-abia în timpul Renașterii au fost studiate din nou în original și atunci au exercitat o influență cel puțin tot atât de mare ca în vremea în care au fost scrise pentru prima oară. În mare măsură lui Platon i se datorește faptul că primilor umaniști le lipsea spiritul științific. În secolele XVI—XVII pasiunea pentru matematică, care-l caracteriza pe Platon, a jucat un rol important în orientarea ideilor lui Kepler și Galilei (p. 295 și urm.), iar prin platonismul din Cambridge și în orientarea celor ale lui Newton (p. 338).

Aristotel

Aristotel, care a fost mai întâi un discipol al lui Platon, s-a despărțit de Academie după moartea maestrului și a întemeiat în anul 335 î.e.n. o școală rivală de filozofie, denumită *Liceu*. El s-a născut la Stagira, în Tracia, însă aparținea corporației grecești a Asclepiazilor, sau a medicilor (p. 130). Aristotel a ajuns să ocupe, din nenumărate motive, un loc central în istoria științei. Trăind în momentul culminant al unei faze a vieții politice grecești și la începutul alteia, el a fost în măsură să sintetizeze toate cunoștințele dobândite în cadrul orașelor libere grecești și să le transmită spre a fi folosite în imperiile care puseseră stăpânire pe aceste orașe. În cea mai mare parte a vieții sale, Aristotel s-a bucurat de bunăvoința specială a orașelor și regilor și a folosit din plin posibilitățile pe care le-a avut. Opera sa științifică a fost mai vastă și a cuprins o sferă mai largă de preocupări decât a oricărui alt om dinaintea lui sau de după el. În același timp, cea mai mare parte a operei sale a fost cunoscută de posteritate, întrucât a fost transmisă, îmbogățită prin comentarii voluminoase, de Liceu, care a fost inițial tot atât de activ în domeniul cercetării pe cât a fost Academia în cel al meditației speculative.

Aristotel a fost mai curînd un logician și un om de știință decât un filozof-moralist. El n-a avut marele zel reformator al unui Socrate sau Platon. Aparținînd unei generații ulterioare, el și-a dat seama că ideile sociale ale lui Platon se învechiseră. Cîrmuitorul-filozof al lui Platon, Dionysios din

Siracuza, nu putea și nici nu vroia să mențină genul de republică aristocratică independentă la care visa Platon. Aristotel avea și el un cîrmuitor-filozof al său, care nu era altul decît tînărul Alexandru, al cărui preceptor a fost între anii 343 și 340 î.e.n. Acesta însă visa mai curînd să-și întemeieze un mare imperiu militar macedonean decît să guverneze un oraș-stat grec.

Aristotel se mulțumea să accepte lucrurile așa cum sînt. El a fost în primul rînd filozoful simțului comun, aproape al locurilor comune. Aristotel nu vedea de loc necesitatea schimbării statului. Tot ceea ce trebuia era ca oamenii să adopte o atitudine moderată, lucrurile putînd să continue foarte bine fără nici o schimbare. Aceasta este renumita doctrină a *mijlociei* — a evitării atît a excesului cît și a lipsei — care formează baza *eticii* sale.

Clasificarea și logica formală

Contribuțiile importante ale lui Aristotel se situează pe tărîmul *logicii, fizicii, biologiei și al disciplinelor umaniste*; de fapt, el a fost acela care a întemeiat toate aceste ramuri ale științei ca atare, adăugîndu-le și *metafizica* pentru ceea ce nu se încadra în ele. Contribuția sa cea mai însemnată și care, în același timp, implica cele mai mari pericole a fost ideea *clasificării*, care a străbătut întreaga sa operă și a constituit baza *logicii* sale. El a introdus, sau cel puțin a sistematizat, modul de clasificare a lucrurilor bazat pe asemănare și deosebire, pe care îl folosim și astăzi. Întrebările pe care le punea erau: „Cu ce seamănă acest lucru (de ce *gen* ține)? Și prin ce se deosebește de lucrurile care se aseamănă cu el (care este *diferența* lui *specifică*)?” Artificiul său verbal, *silogismul* — toți oamenii sînt muritori; Socrate este om; deci Socrate este muritor —, se mai studiază și astăzi în logică, ca și cum noi am putea să cunoaștem vreodată ceea ce este general înainte de a cunoaște ceea ce este particular.

Aristotel a fost primul mare enciclopedist. El a căutat să dea o anumită explicație tuturor aspectelor naturii și vieții omenești care prezentau interes în vremea sa. Mai mult, el a reușit să facă ceea ce mulți enciclopediști de după el n-au putut realiza, și anume a expus aceste explicații într-un mod ordonat. El a preluat o serie de idei de la gînditorii care l-au precedat. Aristotel a reluat și a canonizat sistemul celor patru elemente suprapuse: *focul, aerul, apa și pămîntul*, pentru sfera sublunară, adăugînd și un al cincilea, „chintesența”, *eterul*, pentru regiunile superioare.

Pămîntul, apa și aerul sînt populate cu ființe vii, fiecare avînd locul său determinat și forma sa. Deși fiecare individ se naște și moare, este supus evoluției și descompunerii, forma rămîne neschimbată (p. 643). Aristotel s-a rupt definitiv de școala ionică, refuzînd să ia în considerare problema formării universului. Lumea a fost totdeauna așa cum este acum, întrucît acesta este modul ei rațional de a fi. Nu este necesar să presupunem o creație. Aceasta a constituit întrucîtva o dificultate cînd doctrina lui Aristotel a fost luată ca bază filozofică pentru ideologia bisericii catolice, dificultate care a fost însă ușor înlăturată prin introducerea unei creații bruște la început și a unei distrugerii bruște la sfîrșit, între aceste două evenimente totul rămînînd neschimbat.

Fizica lui Aristotel

Cheia înțelegerii lumii, după Aristotel, este fizica. Însă prin fizică el nu înțelegea ceea ce înțelegem noi în prezent — legile mișcării materiei lipsite de viață —, ci, dimpotrivă, *fizis*-ul sau natura oricărui lucru înseamnă tendința lui launtrică și comportarea lui normală. Gîndirea lui Aristotel, datorită preocupărilor medicale și biologice pe fondul cărora se formase, interpreta lumea ca și cum în ea totul ar fi fost viu. El folosea noțiunea de *fizis* în sensul în care este folosită noțiunea de *natură* în versurile :

„Plăcerea ciinilor este să latre și să muște,
Așa-i natura lor de ciini”.

Obiectul cercetării științifice îl constituia descoperirea naturii fiecărui lucru. Ea trebuia să explice totul, începînd de la cauza care face ca toate pietrele să cadă pînă la cauza care face ca unii oameni să fie sclavi. În fiecare caz, răspunsul este același : „Așa-i natura lor”. De fapt, acest răspuns are tot atîta sens ca și cum ai spune : „Sînt așa pentru că asta e voința lui Dumnezeu”, dar sună mai științific. După cum s-a exprimat mai tîrziu Butler despre filozoful Hudibras :

„El știa ce este ceea ce este,
Și mai sus nici nu poate zbura spiritul metafizic”.

În lucrările sale „Fizica” și „Despre ceruri”, Aristotel a aplicat această metodă de explicare a lucrurilor la ceea ce numim universul fizic, unde, de fapt, se poate aplica cel mai puțin. Explicațiile sale nu erau mult mai plauzibile decît acelea ale lui Platon, dar le lipsea atît ardoarea emoțională a acestuia, cît și interesul pentru matematică. Însă cum ele făceau parte din impunătorul edificiu logic al doctrinei aristo-

telice, au devenit principala formă în care a fost transmisă posterității concepția elenă despre structura universului. Acest fapt avea să se dovedească deosebit de nefast în special pentru progresul fizicii. A trebuit ca Giordano Bruno să fie ars pe rug, iar Galilei condamnat, pentru ca să poată fi răsturnate doctrine care se trăgeau mai curînd de la Aristotel decît din Biblie (p. 297 și urm.). Istoria ulterioară a științei este de fapt, în mare măsură, istoria modului în care învățătura lui Aristotel a fost răsturnată rînd pe rînd în fiecare domeniu. Într-adevăr, Ramus n-a fost prea departe de adevăr cînd a susținut, în celebra sa teză din anul 1536, că „tot ce ne-a învățat Aristotel este fals“.

Cauzele finale

Aristotel și-a construit lumea sa fizică după imaginea pe care o avea el despre o lume socială ideală, în care subordonarea este starea naturală.^{2.17.135} În această lume, fiecare lucru își are locul său, pe care îl și păstrează în cea mai mare parte. Mișcarea naturală se produce numai cînd un lucru nu este la locul său ; el tinde să și-l reia, așa cum piatra cade prin aer și apă pentru ca să revină pe pămîntul din care a ieșit sau așa cum scînteile focului zboară în sus spre a se reuni cu focurile cerești. Aceasta se aplică însă numai acelor obiecte care n-au o mișcare naturală proprie. Este natura păsării ca să zboare prin aer, a peștelui să înoate în apă ; acesta este, de fapt, scopul *pentru care există* păsările și peștii. Aici se poate vedea una dintre ideile sale conducătoare, aceea a *cauzelor finale*, după care organismele și chiar materia sînt înzestrate cu tendința de a atinge un anumit scop. Aristotel admitea și alte cauze, cum ar fi *cauza materială* și *cauza eficientă*, care formează substratul material al lucrurilor și le pune în mișcare, dar le considera subordonate cauzelor finale. Această doctrină a fost o plagă pentru știință, deoarece oferea un mijloc ieftin de a explica orice fenomen prin postularea unui scop corespunzător, fără a mai fi nevoie de vreo străduință pentru a descoperi cum se desfășoară fenomenul.

Mișcarea și vidul

Lupta împotriva cauzelor finale în știință a fost o luptă îndelungată, iar victoria nici azi încă nu este completă. După Aristotel, mișcarea naturală are o finalitate ; orice altă mișcare necesită o forță care s-o provoace, cum se întîmplă atunci cînd calul trage o căruță sau cînd sclavii vîslesc pe o corabie ori cînd motorul imobil învîrtește sfera exterioară a cerurilor.

Dar ce se poate spune despre mișcarea rezultată din imprimarea bruscă a unui impuls, ca mișcarea săgeții lansate din arc? Aceasta a constituit multă vreme o problemă dificilă pentru fizica greacă, iar Zenon demonstrase, făcând să triumfe logica, că săgeata nu se poate mișca. Aristotel a găsit soluția: forța motrice este aerul. „Aerul se deschide în față și se închide la loc, în urma ei“.

Această eroare a dus la o alta, care avea să se dovedească un obstacol serios în calea fizicii de mai târziu. Dacă aerul este necesar pentru mișcarea provocată de un impuls și o asemenea mișcare există în lumea sublunară, lumea sublunară trebuie să fie plină de aer, iar *vidul* nu este posibil. Silogismul este perfect, însă, întrucât premisa minoră este greșită, întregul raționament se prăbușește. Aristotel folosește împotriva existenței vidului un alt argument, care pare să fie în oarecare contradicție cu primul.^{2.7.60} Aristotel raționează: deoarece aerul rezistă mișcării, dacă aerul ar fi înlăturat, un corp sau ar rămîne nemișcat, întrucât n-ar avea în ce să se miște, sau, dacă s-ar mișca, ar continua să se miște veșnic cu aceeași viteză. Cum acest lucru este absurd, nu poate să existe vid. Este interesant de observat că aici el enunță, aproape cuvînt cu cuvînt, prima lege a mișcării a lui Newton și se folosește de respingerea ei apriori pentru a dovedi imposibilitatea a ceva ce se petrecea la numai cîteva mile deasupra capului său. În orice caz însă, vidul nu trebuia să existe; admiterea lui ar fi dus direct la atomism și la ateism. Doctrina „natura are oroare de vid“ are o origine practică în experiența aspirării lichidelor, care a dus la pompa aspiratoare. Pînă la urmă, tocmai eficacitatea limitată a pompei aspiratoare l-a condus pe Torricelli la producerea vidului (p. 329).

Biologia: scara naturii

Insuficiența și orientarea greșită a fizicii lui Aristotel sînt compensate, în parte, prin volumul și calitatea observațiilor sale biologice. Nu este vina lui Aristotel că aceste observații nu au fost valorificate decît limitat: contribuția prețioasă pe care a adus-o în domeniul clasificării și al anatomiei animalelor nu s-a bucurat decît de o atenție relativ redusă pînă în epoca noastră, cînd era prea târziu ca să mai fie de vreun folos. În biologie, ideea cauzelor finale apare mult mai plauzibilă, întrucît ea este o expresie a adaptării cu succes a organismelor la mediul înconjurător. „Bunico, de ce ai dinți așa de mari?“ „Ca să te mănînc mai bine, drăguț“. Lupul cel mare și rău era un perfect aristotelian și un ecolog, nu tocmai nepriceput. Cu toate acestea, chiar și în biologie, ideea despre cauzele finale a avut un efect paralizant. Nu se mergea mai

departe de constatarea finalității unui anumit organ sau organism.

Ideea călăuzitoare a biologiei aristotelice este că fiecare lucru din natură tinde să realizeze perfecțiunea de care este capabil și că diferitele lucruri realizează perfecțiunea într-o măsură diferită. Aceasta l-a determinat pe Aristotel să întocmească o scară a naturii, avînd la bază mineralele, apoi vegetalele, după aceea, în trepte, animalele din ce în ce mai perfecte și, în sfîrșit, în vîrf omul. S-ar putea crede că o astfel de scară ar implica ideea evoluției, însă Aristotel era sigur că în realitate nimic nu se schimbă în lume și că speciile trebuie să fie niște jaloane indicatoare ale perfecțiunii și imperfecțiunii, fixate pentru veșnicie. El înclina, de fapt, mult mai mult să considere animalul patrured ca un om nedesăvîrșit, nedus pînă la capăt și pește ca un animal nedesăvîrșit decît să considere, invers, omul ca un rezultat al evoluției animalului.

Covîrșitoarea lui autoritate, adăugată la aceea a cărții *Făcerii*, a întîrziat ideea evoluției cu peste 2 000 de ani. Ideea diferitelor grade de perfecțiune a fost folosită și sub alt aspect, și anume pentru a justifica credința că unii sînt prin firea lucrurilor stăpîni, iar alții sclavi. Dacă aceștia din urmă sînt atît de stupizi încît nu-și dau seama de acest lucru, atunci războaiele avînd ca scop înrobirea lor sînt în mod firesc justificate.

Materia și forma

Concepția despre stăpîn și sclav, ordine și supunere străbate întreaga gîndire a lui Aristotel. El o exprimă în concepția dualistă a *materiei* și *formei*, o adaptare a ideilor lui Platon. Materia este ceva brut, nediferențiat; forma îi este impusă de spirit (*nous*). Materia cea mai brută poate lua orice formă. Ea conține în sine, *in mod potențial*, toate formele. Forma reprezintă un obiectiv al perfecțiunii care nu este totdeauna atins. Cînd se face o statuie, de exemplu, materia este pasivă și maleabilă pînă la un anumit punct, uneori însă este refractară, ca atunci cînd rupe ciocanul sau refuză să ia forma pe care sculptorul vrea să i-o impună. Ca rezultat al acestui caracter refractar al materiei, nimic nu este perfect în lumea sublunară; fiecare lucru individual are trăsături *accidentale*, în care *materia* și *întîmplarea* zădărnicesc *scopul* rațional.

Substanța și esența

Formele lui Aristotel se deosebesc de *ideile* lui Platon, deoarece nu sînt *universale*, fiecare referindu-se la un anumit animal sau lucru. În terminologia lui Aristotel, *formele* sînt

substanțiale. Această categorie, *substanța*, are la Aristotel un sens cu totul diferit de cel din știința modernă. Substanța este un caracter metafizic în virtutea căruia un lucru este el însuși și nu altul. Pentru a îngădui într-o oarecare măsură schimbarea, păstrând în același timp individualitatea, la baza fiecărei substanțe se află o *esență*. Așa de exemplu, din punctul de vedere al substanței, un om are două picioare, însă acestea nu fac parte din esența sa, întrucât el poate să piardă fie un picior, fie amândouă, fără a înceta să fie om. Categoriile de esență și de *potențialitate* au un caracter biologic, exprimând limitele inferioară și superioară pe care le poate atinge un individ dintr-o anumită specie. În primul caz avem limita care permite individului să existe și nimic mai mult, iar în al doilea caz el se manifestă în toată plenitudinea forțelor sale.

Ideea de potențialitate deschide drumul concepției despre evoluția formelor de la imperfect la perfect. Perfecțiunea continuă însă să fie concepută de Aristotel, care îl urmează pe Parmenide și pe Platon, ca supremă și imuabilă. Ființele vii sînt perceptibile prin simțuri și pieritoare; deasupra lor se află corpurile cerești, perceptibile, dar nepieritoare. Și mai sus se află *sufletul rațional*, insensibil și nepieritor, iar mai presus de orice este dumnezeu, cea mai imuabilă dintre toate substanțele și, ca atare, cea mai reală, aceea care își realizează în modul cel mai deplin potențialitatea (fig. 6, p. 225).

Omul și dumnezeu

Astfel, încununarea operei lui Aristotel a constituit-o extinderea concepției sale la om, ca animal social, *zoon politikon*, și, dincolo de om, la dumnezeu. Omul conține în sine, după doctrina lui Filolaus, trei suflete sau spirite: sufletul vegetativ, sufletul animal și sufletul rațional, sau *nous*. Acesta din urmă aparține numai omului. *Scopul* fiecărui suflet, care constituie forța sa motrice, este tendința de a-și atinge propria *perfecțiune*: sufletul *vegetativ* tinde să determine o *creștere*; sufletul *animal* tinde către *mișcare*, iar sufletul *rațional* tinde către *contemplare*. Perfecțiunea sufletului rațional constă în tendința lui spre ceva și mai desăvîrșit, care nu putea fi decît dumnezeu, motorul imobil al întregului univers și, în același timp, centrul și încununarea metafizicii lui Aristotel. Năzuința și iubirea nu se îndreaptă decît în sus: „Noi trebuie să iubim ceea ce este superior“, ca sclavul pe stăpînul său, ca femeia pe soțul ei și ca omul pe dumnezeu. Dragostea pentru ceea ce e *inferior* nu este cerută de el. Tocmai această concluzie teocentrică i-a făcut pe clericii scolastici din evul mediu să-l îndrăgească atît de mult pe Aristotel, ajutîndu-i să treacă cu

vederea contradicția dintre filozofia sa și legenda despre facerea lumii oferită de Biblie.

Sistemul filozofic al lui Aristotel, luat în întregul său, reprezintă o raționalizare deosebit de cuprinzătoare a experienței și atitudinii unui cetățean destul de înstărit. Numai o minte care îmbina o hărnicie uriașă cu o neclintită încredere în sine l-a putut elabora. Genialitatea acestui sistem filozofic nu rezidă în nici una dintre părțile sale luate separat. În afară de câteva cercetări biologice personale, nici una dintre ele n-a fost originală; ceea ce a împrumutat însă de la alții a fost luat de la oamenii cei mai buni. Genialitatea care distinge sistemul lui Aristotel constă în caracterul atotcuprinzător, în ordinea și în unitatea imprimate de logica lui întregului său sistem.

Pentru a ajunge la acest caracter atotcuprinzător, Aristotel a introdus o altă inovație cu mari perspective. În loc să facă singur întreaga muncă sau numai s-o discute cu colegii săi, așa cum se obișnuia la Academie, el a organizat cercetarea. În Liceu, care era probabil subvenționat de Alexandru, tinerii discipoli ai lui Aristotel culegeau informații aproape despre orice, de la formele sociale și naturale ale literaturii pînă la organizarea orașelor, de la animale și plante pînă la pietre. Ceea ce a mai rămas astăzi din această activitate sînt cunoștințele cele mai prețioase și mai sistematice despre viața și gîndirea grecilor. Și mai prețioasă este practica organizării unor astfel de cercetări. Tot așa cum Academia este prototipul universităților noastre, Liceul este prototipul institutelor noastre de cercetări.

Influența lui Aristotel

După cum se va vedea în subcapitolul următor (4.7), aplicarea în continuare a metodei de cercetare a lui Aristotel avea să submineze sau să infirme foarte curînd cele mai multe dintre propriile lui concluzii, inclusiv teza sa fundamentală privitoare la cauzele finale. De fapt, concepțiile sale asupra multor probleme erau învechite încă înainte de a le fi enunțat. Totuși, covîrșitoarea sa influență asupra gîndirii arabe și medievale s-a produs în ciuda sau, poate, tocmai datorită acestor limitări. Cele mai valoroase realizări ale științei grecești au fost fie complet pierdute, fie, așa cum s-a întîmplat cu opera lui Arhimede, neluate în seamă pînă la Renaștere. Ele nu puteau fi înțelese decît de cititori cu o înaltă pregătire și bine inițiați, ceea ce nu se prea întîlnea ușor în evul mediu. Lucrările lui Aristotel însă, deși destul de greoaie, nu cereau sau, cel puțin, nu păreau să ceară altceva decît bun-simț pentru a fi înțelese. Aristotel n-a spus nimănui și niciodată nimic care să nu fi fost crezut încă dinainte. Nu era nevoie de vreo

experiență sau de vreun aparat pentru a-i verifica observațiile, nici de calcule matematice anevoioase pentru a deduce rezultate din ele și nici de intuiție mistică pentru a înțelege vreo semnificație launtrică. Este drept că Platon se adresa mai mult imaginației și avea mai multă ardoare morală, dar Aristotel explica oamenilor că lumea așa cum o cunosc ei este chiar așa cum o cunosc ei. Întocmai ca domnul Jourdain din „Burghezul gentilom” al lui Molière, ei erau cu toții filozofi fără să-și dea seama. Atâta vreme cât lumea a rămas aceeași, Aristotel a satisfăcut exigențele, însă, după cum vom vedea, lumea n-a rămas aceeași *.

Luată împreună, cei trei mari filozofi ai Atenei din epoca ei de declin marchează o anumită oprire a mișcării de idei care începuse o dată cu filozofii ionieni. Deoarece orînduirea socială nu mai putea progresa, ideea că însăși natura se transformă și se dezvoltă a fost și ea respinsă. Filozofia a încetat să mai fie progresistă și, ca parte a aceleiași reacțiuni, a încetat să mai fie materialistă. Idealismul, în forma mistică a doctrinelor lui Socrate și Platon sau în schema conformistă a lui Aristotel, a luat locul materialismului. Filozofia propovăduia acceptarea vieții așa cum era, iar aceluia care o găseau de nesuportat nu le putea oferi altă consolare decît ideea că suferințele lor sînt inevitabile și fac parte din marea ordine a naturii. O astfel de filozofie se angajase adînc pe calea transformării ei în religie, însă într-o religie exclusiv în folosul claselor de sus.

4. 7. Imperiul lui Alexandru

Știința elenistă

Stagnarea în dezvoltarea principalelor idei filozofice n-a însemnat totuși sfîrșitul științei practice. Ea avea să dovedească existența unor puternice impulsuri pentru dezvoltarea acesteia din urmă. Este adevărat că din vremea lui Aristotel și pînă în aceea a lui Bacon și Descartes nu s-a mai întreprins nici o importantă ofensivă cuprinzătoare asupra problemelor naturii și societății. Nici scolasticii din evul mediu și nici arabii n-au întreprins așa ceva și nici n-au pretins că ar fi făcut-o. Totuși, cea mai mare parte a realizărilor concrete ale matematicii, astronomiei, mecanicii și fiziologiei grecești provin din perioada de după Aristotel: aceea a științei alexandrine sau eleniste. Cauza nu poate fi de natură interioară, întrucît grecii din ultima perioadă erau cel puțin tot atît de inteligenți ca cei din perioadele anterioare. Ea trebuie căutată în domeniul social, în condițiile care frînau creația în proble-

mele generale, dar stimulau activitatea eficace în anumite domenii și dezvoltarea aplicațiilor practice ale științei.

Marea prefacere politică și economică produsă în secolul care a urmat după căderea Atenei a constat în unificarea forțată a orașelor-state independente rivale de către noile mari imperii continentale, care datorau însă cultura lor în cea mai mare parte aceluiași surse. Cît de coapte erau orașele pentru această prefacere se poate vedea din succesele rapide repurtate de Filip al Macedoniei și de Alexandru. Orașele erau mult prea slăbite prin lupta internă de clasă și dezbinare de rivalitatea dintre ele pentru ca să poată organiza o rezistență eficace. Armate mercenare, de tip nou, bine instruite și bine echipate, se puteau deplasa oriunde voiau. Trupele vechilor imperii persane, alcătuite în cea mai mare parte din țărani neinstruiți, conduși de nobili ereditari, nu le puteau ține piept, oricît ar fi fost de numeroase.

În orice altă privință, tipul grecesc de civilizație, pe care macedonenii n-au făcut decît să-l adopte, s-a dovedit superior tipurilor civilizațiilor mai vechi pe care le-au distrus. În domeniul tehnicii, al capacității de organizare, al cunoașterii, al artei, stilul grecesc s-a impus pretutindeni unde a apărut. În urma armatelor veneau negustori și administratori greci și se întemeiau orașe de tip grecesc, deși adesea numai cu o minoritate greacă, de la prima și cea mai celebră Alexandrie, cea din Egipt, pînă la cea mai îndepărtată — Alexandria Eschata (Kojand) — din Afganistan. Dar influența greacă nu s-a oprit aici ; ea s-a răspîndit în lung și în lat, dincolo de granițele Imperiului lui Alexandru. În Extremul Orient, influența ei a fost atenuată de distanță, dar primul Imperiu indian, acela al budistului Asoka, a fost un rezultat direct al expediției lui Alexandru ; și elemente ale artei, filozofiei și științei grecești s-au răspîndit o dată cu budismul pînă în China. Cam în aceeași vreme a avut loc acolo o mișcare analogă, însă absolut independentă. În anul 221 î.e.n., cîrmuitorul statului semibarbar China a creat prin forța armelor primul Imperiu chinez de tipul celor din epoca fierului, luînd numele primului împărat legendar Huan-Di. Deși dinastia sa nu s-a putut menține, ulterior unitatea imperiului nu s-a mai pierdut timp îndelungat. În întreaga perioadă clasică, Imperiul Han, caracterizat printr-o înaltă civilizație, s-a învecinat cu acela al Persiei și al Indiei.

Influența elenismului asupra Occidentului a fost mult mai importantă, deoarece aici cultura indigenă era mai puțin dezvoltată. Gințile latine au fost repede elenizate, fiind în parte influențate de cultura orășenească a etruscilor, originari ei înșiși din Asia, în parte de aceea a coloniștilor greci din ora-

șele riverane. Un oraș, anume Roma, după ce și-a expulzat regii etrusci, s-a dovedit mult mai puternic decât toate celelalte și, după o furtunoasă istorie politică internă, s-a ridicat ca republică plutocratică, pentru ca mai târziu, ca imperiu roman, să domine întreaga regiune.

Orașele eleniste și imperiile macedonene

Orașele eleniste s-au deosebit din multe puncte de vedere de orașele grecești, după modelul cărora fuseseră întemeiate. În primul rând, deosebitorul de clasă, care existau încă în orașele grecești, li s-a adăugat deosebirea de rasă sau de cultură dintre funcționarii și clasele negustorești care vorbeau grecește, pe de o parte, și băștinași, pe de altă parte. În sud și în est, acești băștinași, deși asupriți din punct de vedere politic, știau că posedă o cultură proprie, mult mai veche și nicidecum inferioară celei grecești. Deși s-a atenuat cu timpul, această divizare s-a menținut totuși pînă la sfîrșitul erei clasice, cînd vechile culturi s-au afirmat din nou, sub o nouă formă : religioasă (p. 188). În al doilea rînd, orașele nu erau independente, ci formau o parte a imperiilor nestabile ale Ptolemeilor din Egipt, ale Antiohilor din Siria și ale diferitelor dinastii din Asia Mică și Grecia. Aceasta a reprezentat o reîntoarcere, deși numai în parte, la starea vechilor imperii cu un rege divin, cu o curte și o armată, la început macedoneană, dar mai târziu completată cu tot soiul de oameni recrutați din populația locală sau cu mercenari. Cetățenii sufereau, desigur, din cauza regilor tirani sau, ceea ce era și mai rău, slabi conducători, însă nu puteau face mai nimic împotriva lor. Hotărîrile erau luate de fapt la curte sau pe cîmpul de luptă. De aceea pe cetățeni nu-i mai interesa altceva decât să se înstărească și să se bucure de viață, în timp ce populația săracă, băștinașii și sclavii, îndura răbdătoare situația creată. Rezultatul a fost o dezbinare a societății într-un grad nemaîntins pînă atunci în istoria omenirii. Cetățenii au avut posibilitatea de a-și dezvolta o cultură deosebit de aleasă și superioară, dar de la bun început condamnată la sterilitate.

Filozofia resemnării

Răspîndirea elenismului a avut loc, de fapt, în dauna dezvoltării sale culturale interne. În artă, dramaturgie, literatură și politică, realizările grecești din ultima perioadă a epocii clasice, mai ales cele ale Atenei, au fost, ca să spunem așa, înghețate. Modelele bune erau copiate în stilul elenist, oarecum exagerat și sentimental ; comentariul și critica erau în floare, însă nu s-a produs nimic cu adevărat mare și nou.

În filozofie n-au existat adevărați urmași ai școlilor lui Democrit, Platon sau Aristotel. De fapt, filozofia, care acum se separase de știință, începînd din vremea lui Alexandru s-a separat și de viața politică și a devenit aproape exclusiv morală. Acum cetățeanul se putea îmbogăți, dar nu mai putea să participe la conducerea statului decît atunci cînd curtea îi acorda această favoare. Preocuparea filozofiei consta în a-l împăca cu vicisitudinile vieții pe omul lipsit de orice putere politică, într-o lume economic instabilă și bîntuită de războaie. *Cinicii* și *scepticii* ridicau din umeri. *Stoicii* manifestau o indiferență superioară bazată pe credința în valoarea intrinsecă a virtuții, cu deosebire într-o lume stăpînită de un destin implacabil, determinat de stele. *Epicurienii* îndemneau pe oameni să se bucure cît mai mult de viață, să practice virtutea ca cel mai sigur mijloc pentru dobîndirea plăcerii și să nu se sinchisească de zei, care sînt cu mult mai presus de această lume compusă din atomi agitați.^{2.2} Filozofia lumii antice s-a dizolvat în misticismul agnosticilor și al neoplatonicienilor, un ultim ecou al vechiului său glas făcîndu-se auzit în „Consolarea” lui Boethius, la sfîrșitul unei ere și începutul alteia. În această perioadă, filozofii reprezentau ceea ce s-ar putea numi, într-un mod mai adecvat, *religia* claselor de sus, culte. De fapt ei au creat limbajul intelectual în care religiile mai simple, dar mult mai viabile ale claselor de jos aveau să-și găsească expresia de îndată ce aveau să devină dominante.

Știința elenistă

Singura excepție în declinul intelectual general a constituit-o, timp de cîteva secole, dezvoltarea științelor naturii. Într-adevăr, în anumite direcții, mai ales în aceea a matematicii, mecanicii și astronomiei, a avut loc un nou și remarcabil avînt al gîndirii creatoare. Acest avînt s-a datorat, în cea mai mare parte, consecințelor economice și tehnice ale cuceririlor lui Alexandru. Deschizîndu-se comerțului grec o lume mult mai largă decît cea pe care o cunoscuse în trecut, s-a creat o piață nouă, care a atenuat pentru un timp criza cronică de care suferea orașul-stat grecesc : capacitatea mică de consum a populației, datorită condițiilor mizere în care trăiau oamenii săraci și sclavii. Piața externă pentru mărfurile produse prezenta încă un caracter limitat de clasă ; se produceau numai mărfuri pentru gospodăriile înstărite : argint cizelat, olărie finisată, sticlă suflată, papirus, veșminte vopsite, țesături în modele minuțios executate. Totuși această piață era destul de vastă pentru ca mărfurile respective să fie produse în cantități mari, ceea ce a dus la dezvoltarea orașelor meșteșugărești, care uti-

lizau în cea mai mare parte lucrători salariați, ținuti într-o stare mizeră din pricina concurenței sclavilor. În același timp, în regiunile mai întinse aflate sub o guvernare unică s-a putut desfășura un comerț maritim, limitat la produse de primă necesitate, mai ales la cereale, necesare alimentării populației lor neagricole. Aceasta a dus, în schimb, la îmbunătățiri tehnice nu numai în meșteșuguri, ci și în agricultură, în care sclavii erau folosiți pe scară largă. Astfel de îmbunătățiri constituiau o preocupare pentru cîrmuitori și, prin urmare, pentru sfetnicii lor științifici. O altă nevoie, și mai imperioasă, în ce privește crearea de noi mijloace tehnice a constituit-o starea aproape permanentă de război dintre imperii, care necesita continuu mașini din ce în ce mai complexe. Cîrmuitorii macedoneni ai statelor eleniste erau crescuți, spre deosebire de romani, care aveau să le ia locul, în aureola prestigiului științei grecești; ei nu numai că au îngăduit-o, dar au și încurajat-o în toate ramurile ei. De această situație, mai mult decît literatura sau filozofia, a beneficiat știința grecească *.

Muzeul din Alexandria

De fapt, marea contribuție adusă de știința grecească științei de mai târziu provine în cea mai mare parte din activitatea desfășurată la începutul perioadei eleniste sau alexandrine (330—200 î.e.n.), în special în Alexandria, cel mai important oraș grecesc din noul imperiu al urmașilor lui Alexandru, Ptolemeii. Știința grecească a venit în această epocă în contact direct cu problemele, ca și cu mijloacele tehnice și cu știința vechilor culturi asiatice, nu numai cu acelea ale Egiptului și Mesopotamiei, ci, într-o anumită măsură, și cu acelea ale Indiei. Pentru prima oară în istoria lumii s-a făcut atunci o încercare voită și conștientă de a organiza și subvenționa știința. Muzeul din Alexandria a fost primul institut de cercetări întreținut de stat și, cu toate că ceea ce a produs în artă, literatură și chiar în filozofie nu prezintă mare însemnătate, exceptînd faptul că a păstrat textele antice, a adus în știință o contribuție mai mare decît adusese mai înainte sau, poate și după el, oricare altă instituție științifică. Activitatea științifică a Muzeului, împreună cu aceea a foștilor săi membri și a corespondenților săi din alte regiuni ale lumii clasice, ca, de pildă, Arhimede, a fost mult mai specializată decît fusese înainte aceea a oricărei alte instituții sau decît avea să fie în următorii 2 000 de ani. Ea a oglindit și a subliniat starea de izolare a cetățeanului grec. Lumea științifică era acum destul de largă pentru a produce o mică elită în stare să prețuiască și să înțeleagă lucrări de astronomie și de matematică atît de specia-

lizate, încît chiar cetățeanul cu o cultură medie să nu le poată citi, iar păturile de jos să le privească cu o admirație plină de teamă și de neîncredere. Aceasta a dat oamenilor de știință posibilitatea să se aventureze în raționamente complexe și subtile, realizînd, prin critici reciproce, progrese importante și rapide. În același timp însă, aceste progrese aveau o bază foarte nesigură. Întregul efort științific depindea de patronajul unui stat luminat. Cînd acest stat a dispărut, edificiul științific s-a prăbușit în cea mai mare parte și, întrucît nu avea rădăcini vii în afara marilor orașe, a fost în bună măsură uitat, deși a lăsat în urmă cîteva scrieri de o importanță vitală, care aveau să fie readuse la lumină în timpul Renașterii.

În primele timpuri ale științei alexandrine, lucrările științifice au urmat pe acelea ale lui Aristotel și ale școlii sale. Muzeul poate fi considerat, de fapt, o filială egipteană a Liceului și, fiind mai bine înzestrat, a ajuns în cîteva ani să-și întrecă modelul mai vechi. Straton (aprox. 270 î.e.n.), cel mai multilateral dintre oamenii de știință eleniști, a ținut cursuri atît la Alexandria, cît și la Atena, fiind ultimul dintre conducătorii de seamă ai Liceului.

Totuși, la amîndouă instituțiile, cîmpul cercetărilor n-a îmbrățișat în întregime vastul program al lui Aristotel. Preocupările acestuia în domeniul biologiei și sociologiei n-au fost continuate decît de succesorul său imediat, Teofrast, care a făcut pentru botanică ceea ce făcuse Aristotel pentru zoologie și care a pus baza unei mineralogii descriptive; deși simplistă, aceasta n-a fost substanțial îmbunătățită timp de 2 000 de ani. Deosebit de intens s-a studiat fizica, cu ramurile ei *astronomia*, *optica* și *mecanica*. În loc să fie dezvoltată *logica*, de care se preocupase Aristotel, a avut loc o dezvoltare rapidă a *matematicii*, în spiritul lui Platon. Aceasta se ocupa, în primul rînd, de frumusețea inerentă a formelor ideale și de necesitatea de a le imprima lumii pe care o observăm. Cu toate acestea, matematica putea fi și a și fost folosită, pe un plan inferior, pentru obținerea unor descrieri astronomice mai exacte și pentru transformarea mecanicii, pneumaticii și hidrostatiei în științe exacte.

Datorită condițiilor ideale de lucru, instrumentelor perfecționate și cîmpului vast de experimentare, intuițiile simple ale lui Platon și Aristotel au fost repede depășite. Teleologia, doctrina ordinii naturale și a cauzelor finale, a fost părăsită, ca și teoria aristotelică a mișcării, care nu admitea existența vidului. O bună parte din teoria atomistă a lui Democrit, pe care filozofii atenieni o respinseseră cu atîta înverșunare, a fost din nou admisă. Prima etapă în desființarea filozofiei, pe care evul mediu o considera proprie anticilor, luase sfîrșit la

Începutul secolului al III-lea î.e.n. Boyle s-ar fi găsit într-un perfect acord cu concepțiile lui Straton, dar n-a ajuns să le cunoască vreodată. Cu excepția matematicii, gândirea înaintată a timpurilor eleniste a fost, în cea mai mare parte, dată uitării.

Despre cauza care a provocat această pierdere am mai vorbit. Ea a constat în izolarea — socială și ideologică — a oamenilor de știință din Alexandria, Atena și Siracuză. Aceștia nu mai erau filozofi. După cum spune Cicero, Straton „a abandonat etica, care este partea cea mai necesară a filozofiei, consacându-se cercetărilor asupra naturii”.

Așadar, filozofii din perioada elenistă au părăsit curentul principal al preocupării științifice, care, în acele vremuri de crize și decadență, luase o orientare spre lumea interioară a individului. Concepțiile lor înaintate n-au fost răspândite și, cu excepția astronomiei, în care ele mai erau încă necesare pentru obiectivele mai restrânse ale vremii, în special pentru astrologie, au fost date uitării, în timp ce concepțiile mai neștiințifice și mai uzuale ale lui Platon și Aristotel au fost păstrate cu cea mai mare grijă.

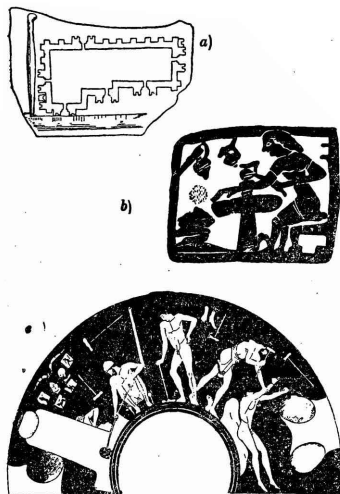


Fig. 4. PROCEDEE TEHNICE ALE CIVILIZAȚIEI STRĂVECHI (a) Planul unui oraș cu profilul zidurilor de pe statuia lui Gudea din Lagas, aprox. 2250 î.e.n. Schița cuprinde și instrumentul de gravat și rigia cu diferite scări. (b) Olar din străvechea Grece lucrând cu roata lentă. (c) Turnători de bronz eleni în timpul lucrului.

Matematica elenistă. Euclid

Științele matematice și fizice urmăreau în lumea elenistă două obiective : cel academic și cel practic. Cel academic, care era, desigur, mai înalt, pune accentul pe matematică și a dus la extinderea și la sistematizarea uneia dintre ramurile ei : geometria. Calculele numerice erau considerate cu totul inferioare și, la nevoie, erau prezentate sub o formă geometrică. Însă în acest domeniu s-au obținut rezultate trainice și minu-

nate. Arhimede a aplicat și a îmbunătățit metodele lui Eudox (p. 129) pentru determinarea valorii lui π cu cinci zecimale (cvadratura practică a cercului) și pentru a găsi formulele volumului și suprafeței sferei, cilindrului și altor corpuri mai complicate. Aceasta a reprezentat începutul calculului infini-
tezimal, care prin Newton avea să revoluționeze fizica. S-au studiat în mod amplu curbe de ordin superior, cu scopul de a rezolva problemele clasice și inutile ale triseției unghiului și dublării cubului. Spre sfârșitul epocii, de o însemnătate mult mai mare a fost elaborarea de către Apollonios din Perga (aprox. 220 î.e.n.) a studiilor asupra secțiunilor conice — elipsa, parabola și hiperbola —, descoperite de Menaechmos aproximativ în anul 350 î.e.n. Lucrarea sa a fost atât de completă, încât a putut fi preluată, fără nici o schimbare, de către Kepler și Newton, după aproape 2 000 de ani, pentru a deduce proprietățile orbitelor planetare.

Și mai importantă decât aceste realizări izolate a fost sistematizarea matematicii, înfăptuită în perioada elenistă. Înlănțuirea logică a teoremelor era cunoscută de mai înainte (p. 129); de fapt, logica lui Aristotel este o copie în cuvinte a metodei geometrice a demonstrației. Totuși, pînă la Euclid (aprox. 300 î.e.n.) nu s-a încheiat niciodată o parte mare a cunoașterii matematice într-un edificiu unic al *deducției* din *axiome*. Pentru matematică, valoarea acestei sistematizări a fost considerabilă, după cum reiese și din faptul că teoria lui Euclid mai constituie încă, într-o formă sau alta, baza predării geometriei. Valoarea ei pentru fizică este îndoielnică, dat fiind că punea accentul pe superioritatea *demonstrației* asupra *descoperirii* și pe superioritatea logicii *deductive*, bazată pe principii de la sine înțelese, asupra logicii *inductive*, bazată pe observații și experiențe. Succesul geometriei a ținut în loc dezvoltarea algebrei, întrucît toate calculele numerice extrem de primitive ale elenilor se făceau cu ajutorul geometriei. O excepție parțială o constituie lucrarea lui Diofant (aprox. 250 î.e.n.) asupra ecuațiilor. Această lucrare, care a apărut după epoca lui Aristotel, conține o mărturie grăitoare a influenței matematicilor babilonene-caldeene din acea epocă *.

Astronomia elenistă. Hiparh și Ptolemeu

Studiul astronomiei ocupa o poziție de mijloc între preocupările teoretice și cele practice. După concepția lui Platon, ea reprezenta studiul unei lumi ideale din ceruri, corespunzătoare demnității zeilor ce trăiau acolo. Orice devieri observate pe cerul real trebuiau ignorate sau justificate într-un mod oarecare. Pe de altă parte, marea importanță atribuită cerurilor impunea ca poziția stelelor, și mai ales a planetelor, să fie

exact cunoscută și, în plus, cunoscută dinainte, ca să mai poată exista vreo nădejde de a ocoli prezicerile astrologiei. Ca o urmare a acestor două tendințe, astronomia elenistă — singura parte a științei grecești care a ajuns la noi în întregime — s-a îndeletnicit în mare măsură cu încercarea de a construi scheme din ce în ce mai complicate care să fie utilizabile în observații și să nu încalce canoanele simplității și frumuseții. Această îndeletnicire a dus la dezvoltarea atât a matematicii, cât și a observațiilor fizice. Se poate spune că astronomia, aproape pînă în timpurile noastre, a fost piatra pe care s-au ascuțit toate uneltele științei.

Baza matematică a astronomiei au constituit-o sferile lui Eudox, dar pentru a se lucra în acest domeniu era mai ușor să se considere mișcarea planetară în plan, dîndu-se impresia, prin introducerea unor „roți înăuntru altor roți”, că așa și trebuie să fie. Acest lucru a fost realizat de cel mai mare astronom de observație al antichității, Hiparh (190—120 î.e.n.), care a inventat cele mai multe dintre instrumentele folosite în următorii 2 000 de ani și care a întocmit primul catalog al stelelor. Sistemul său planelar, deși mai precis, era mult mai complicat, decît acela al lui Eudox, înlăturînd din acesta și ultima rămășiță de plauzibilitate mecanică. În forma în care a fost prezentat cu 200 de ani mai tîrziu de către Ptolemeu (90—168 e.n.), acest sistem avea să reprezinte astronomia recunoscută pînă la Renaștere. El a fost acceptat deoarece deplasa toate dificultățile de pe pămînt în cer, unde, la urma urmei, nu avem nici un motiv să ne așteptăm că vor rămîne valabile legile mecanicii obișnuite. Pe de altă parte, epiciclurile fiind adăugate după nevoie, acest sistem a oferit prevederi destul de acceptabile.

Versiunea contrară, și anume că Pămîntul este cel care se învîrtește, enunțată de Ecfante în secolul al IV-lea sau, poate, de Hicetas în secolul al V-lea î.e.n., nu s-a pierdut niciodată. Ea a fost puternic susținută de Heraclid din Pont (aprox. 370 î.e.n.), care a adoptat un sistem de rotație a Pămîntului, situat tot în centrul universului, în jurul căruia se învîrteau Luna și Soarele; planetele însă, în sistemul lui, se învîrteau în jurul Soarelui și nu în jurul Pămîntului. Acest sistem, care înfățișează în întregime tot ce se observă, a devenit mai tîrziu acela al lui Tycho Brahe (p. 291). Treapta logică finală a fost atinsă de Aristarh din Samos (310—230 î.e.n.), care a îndrăznit să situeze Soarele și nu Pămîntul în centrul universului. Acest sistem însă, cu toată autoritatea autorului său, a fost acceptat de foarte puțini, în mare măsură pentru că a fost socotit lipsit de pietate, absurd din punct de vedere filozofic și în contradicție cu evidența de fiecare zi. El s-a menținut totuși ca o

crezie stăruitoare, transmisă de arabi și reînviată de Copernic, valabilitatea lui fiind demonstrată de Galilei, Keplere și Newton (p. 278 și urm., 290 și urm., 334 și urm.).

Geografia științifică

Dezvoltarea astronomiei a făcut posibilă pentru prima oară apariția unei geografii științifice bazate pe măsurare. Problema pe care o pune întocmirea unei *hărți* este una dintre problemele care stabilesc o corespondență între poziția astronomică pe globul pământesc, paralelele și meridianele imaginare, pe de o parte, și pozițiile orașelor, cursurilor de apă și coastelor, așa cum sînt comunicate de călători și de funcționari, pe de altă parte. Acest lucru este echivalent cu măsurarea *dimensiunilor Pământului*, realizată pentru prima oară de Eratostene din Cirene (275—194 î.e.n.), director al Muzeului din Alexandria. Valoarea găsită de el pentru circumferința Pământului — 24 700 de mile — prezintă o eroare de numai 250 de mile și a fost corectată abia în secolul al XVIII-lea. Granițele lumii cunoscute de greci au fost lărgite considerabil de cuceririle lui Alexandru și s-au mărginit la aceste cuceriri, nemaexistînd pînă la Renaștere nici un impuls economic pentru continuarea explorării înspre răsărit sau apus, cu excepția cîtorva călători singuratici, ca Piteas din Marsilia (aprox. 330 î.e.n.). Lipsa de interes pentru călătoriile pe ocean a făcut inutilă dezvoltarea unei astronomii exacte necesare navigației, pentru călătoriile de-a lungul coastelor fiind suficientă o cunoaștere elementară a stelelor.

Optica a constituit, de asemenea, un accesoriu minor al astronomiei. Anticii n-au reușit niciodată să producă o lentilă, sticla lor avea prea multe defecte, iar cristalul era prea rar. Catoptrica lor — studiul reflecției în oglinzi — s-a dezvoltat numai pînă la un punct: producerea de iluzii optice și de oglinzi incendiare, fără a i se fi dat însă vreo întrebuintare importantă. Dioptrica lor — măsurarea unghiului prin vizare — a fost folosită la ridicarea de planuri ale terenurilor. Cu toate acestea, se pare că ei n-au realizat niciodată o perspectivă fidelă, ceea ce s-a făcut abia în timpul Renașterii.

Mecanica elenistă. Arhimede

Cea mai mare contribuție pe care a adus-o epoca elenistă în știința fizicii a fost în mecanică. Probabil că primul impuls s-a datorat tehnicii. Măiestria grecilor, mai ales în prelucrarea metalelor, atinsese un înalt nivel încă înainte de epoca lui Alexandru. Transplantată în țări ca Egiptul și Siria, care dispuneau de resurse mult mai mari decît Grecia, ea a putut fi

folosită pentru a aduce îmbunătățiri eficace, radicale tuturor mecanismelor, în special aceloră privind irigația, ridicarea greutateților, construcția corăbiilor și a mașinilor de război. Se știe că un mare număr de dispozitive, probabil noi, au apărut în jurul secolului al III-lea î.e.n., însă originea lor nu este încă clarificată. Este foarte posibil ca ele să se datoreze descoperirii de către cuceritori a unor mecanisme produse în mod tradițional de meșteșugarii băștinași și pe care tehnicienii cu știință de carte din Grecia le-au consemnat amănunțit în scris și le-au dezvoltat. Stimularea reciprocă dintre măiestrie și calculele exacte avea să se observe din nou abia în timpul Renașterii. Probabil că scripetele compus și macaraua au apărut pe corăbiile cu pânze, iar angrenajele în lucrările de irigație; șurubul însă pare, într-o anumită privință, o invenție sofisticată. Se poate ca la această descoperire să-și fi adus contribuția și mai mulți matematicieni. La cererea patronilor lor regali, filozofii erau gata pe atunci să renunțe la prestigiul lor și să studieze suportul matematic al diferitelor mecanisme. Desigur că toate legendele privind mașinile de război ale lui Arhimede au un oarecare temei, deși Plutarh spune despre el: „El considera munca constructorului și tot ceea ce ar sluji satisfacerii nevoilor vieții ca ceva ignobil și vulgar”.^{2.39} Arhimede (287—212 î.e.n.) a fost una dintre cele mai mari figuri ale matematicii și mecanicii grecești și ultimul om de știință grec cu adevărat original. Se înrudea cu Hieron al II-lea, ultimul tiran al Siracuzei, și a luat parte activă la apărarea acestui oraș împotriva romanilor. A fost ucis, în timp ce studia o problemă, de un soldat roman care nu și-a dat seama sau nu s-a sinchisit de preocuparea lui. Deși Arhimede s-a aflat sub puternica influență a științei elene *pure*, știm din descoperirea întâmplătoare a lucrării sale asupra *metodei* că, de fapt, el folosea, pentru a *ajunge* la rezultate matematice, modele mecanice, pe care nu le mai amintea apoi în demonstrație. În general, cele mai multe din lucrările sale n-au fost continuate în timpurile clasice, fiind pe deplin apreciate abia în timpul Renașterii. Prima ediție a lucrărilor lui Arhimede a apărut în 1543, în același an cu „De Revolutionibus” a lui Copernic și „Fabrica” lui Vesalius, producând un efect comparabil cu al acestora (p. 297).

Statica și hidrostatica

În lucrarea sa „Elemente de mecanică”, Arhimede a dat o expunere completă și cantitativă asupra funcționării mașinilor simple și a pus bazele științei *staticii*, făcând o analiză caracteristic elenă a condițiilor în care forțele se pot echilibra exact. El a fost totodată întemeietorul *hidrostaticii*, care cuprindea legile plutirii corpurilor și care a dus mai târziu la două aplicații

importante. Una dintre ele a constatat în determinarea densității corpurilor prin cufundarea lor în apă ; această aplicație a hidrostaticii, datorită faptului că putea fi folosită la verificarea metalelor prețioase, a fost adoptată imediat și de atunci n-a mai fost părăsită. Cealaltă, modalitatea de a estima greutatea unei corăbii, era destul de bine cunoscută prin tradiție constructorilor de corăbii, dar formula de calcul exactă nu a fost găsită decât la sfârșitul secolului al XVII-lea (p. 318).

Pneumatica

Una dintre ramurile absolut noi ale mecanicii a fost pneumatica : studiul și folosirea mișcării aerului. În această ramură, Ctesibius (aprox. 250 î.e.n.) și Hero (aprox. 100 î.e.n.) au construit multe mecanisme ingenioase acționate cu aer comprimat, în cea mai mare parte destinate templelor. Hero a construit chiar o mașină cu abur rudimentară, funcționând pe principiul reacției jetului. O realizare de mai mare importanță practică a fost crearea pompei. În acest domeniu, datorită capacității tehnice a lucrătorilor din metalurgie, s-au construit pompe cu dublă acțiune, la fel de bune ca oricare altele care au existat până în secolul nostru și destul de ieftine pentru a fi folosite chiar în îndepărtata Britanie. Un alt mecanism pneumatic a fost orga cu aer, pusă în acțiune cu ajutorul apei, având pedale și clape la fel ca orgile și pianele actuale.

Cunoștințele și realizările din domeniul mecanicii, obținute în perioada elenistă, au fost prin ele însele cu totul suficiente pentru a putea produce principalele mecanisme care au dat naștere revoluției industriale (multiple mașini mecanice din industria textilă și mașina cu abur), dar dezvoltarea mecanicii eleniste s-a oprit curînd. Este adevărat că nu exista în cantități suficiente principala materie primă din acea perioadă, fonta ieftină, însă se cunoșteau toate mijloacele pentru a o produce : foalele acționate mecanic le erau la îndemîna grecilor. Cauza hotărîtoare a stagnării a constatat în lipsa de stimulent. Nu exista o piață de desfacere pentru o mare producție de bunuri. Cei bogați își puteau îngădui achiziționarea de produse lucrate manual, iar cei săraci și sclavii nu-și puteau îngădui cumpărarea nici unui lucru care nu le era strict necesar *.

Zorile chimiei științifice

Caracterul matematic-mecanic al științei elene împreună cu repulsia grecilor față de orice ocupație care le-ar fi murdărit mîinile au împiedicat realizarea vreunui progres serios în chimie, deși începuturile alchimiei și ale principalului proces chimic — distilarea — datează, probabil, încă de la începutu-

rile epocii alexandrine timpurii. Rămîne o problemă discutată și astăzi dacă alchimia și, implicit, chimia științifică a apărut în Alexandria. Primele scrieri care merită încredere, ca acelea ale lui Zosimos din Panopolis și ale Mariei Evreica, datează dintr-o epocă mai târzie, din secolele IV-V e.n. Teoriile care s-au dezvoltat par a fi fost influențate de alchimia chineză (p. 205). Realizările tehnice ale chimiei eleniste, pe care se bazează întreaga chimie modernă, se datorează progreselor dobîndite în domeniul suflării sticlei, necesare pentru alambic (p. 203) și în domeniul preparării unor substanțe pure.

Științele naturii

În afara fizicii sînt puține lucruri de spus despre realizările oamenilor de știință eleniști dacă exceptăm medicina. Impulsul dat de Aristotel pentru studiul complet al tuturor aspectelor universului n-a durat mai mult de o generație. S-au realizat prea puține progrese care merită să fie menționate în studiul animalelor și plantelor, deși s-au publicat primele cărți referitoare la practica agriculturii.

Medicina elenistă. Galenus

În domeniul medicinei, mai mult chiar decît în acela al astronomiei, condițiile sociale din epoca elenistă și romană au favorizat continuarea tradiției și au determinat chiar un oarecare progres. Cîrmuitorii și cetățenii bogați nu se puteau lipsi de medici, căci viața din ce în ce mai nesănătoasă pe care o duceau îi făcea să depindă în tot mai mare măsură de ei. Muzeul din Alexandria a favorizat mult cercetările din domeniul anatomiei.

Herofil din Calcedonia (aprox. 300 î.e.n.) a fost un mare anatomist și fiziolog, care s-a sprijinit pe observație și experiență. El a fost primul care a înțeles modul de funcționare a sistemului nervos și folosirea clinică a pulsului, a făcut distincție între funcțiile nervilor senzitivi și ale nervilor motori. Erasistrat (280 î.e.n.) a mers mai departe, constatînd însemnătatea circumvoluțiilor creierului omenesc. Deși exemplarele originale ale celor mai bune lucrări aparținînd începuturilor perioadei alexandrine s-au pierdut în mare parte, esența lor a intrat în tezaurul tradiției și a fost încorporată în vasta operă a celui din urmă dintre marii medici ai perioadei clasice, Galenus (130—200 e.n.). El s-a născut la Pergam, în Asia Mică ; după ce a cîștigat destulă experiență acolo și apoi la Alexandria a sfîrșit prin a se instala la Roma, asigurîndu-și o clientelă bogată. Opera lui a constituit sursa medicinei și anatomiei arabe și medievale, Galenus dobîndind în dome-

niul medicinei un prestigiu și o autoritate tot atât de mare ca și Aristotel în domeniul filozofiei. Medicii din secolele care au urmat, impresionați de volumul de cunoștințe și de priceperca în domeniul experimentării pe care le avusese Galenus, au șovăit să-i opună propriile lor observații. Sistemul medicinei galenice a fost, de fapt, o îmbinare îndemânatică a unor teorii filozofice mai vechi — ca doctrina celor trei spirite sau suflete (p. 131) — cu observații anatomice subtile, însă descori înșelătoare, deoarece el se limitase în mare parte la disecția animalelor. Fiziologia galenică, cu fluxul și refluxul său de spirite și sînge în artere și nervi, cu inima ca obîrșie a căldurii și cu plămîinii ca ventilatoare de răcire, mai dăinuie și astăzi în limbajul popular. Ea a constituit, timp de peste 1 000 de ani, baza concepției despre „lumea mică” — microcosmul — reprezentat de om, în aceeași măsură în care cosmologia lui Aristotel a constituit baza concepțiilor despre lumea mare a cerurilor. Numai după ce, în perioada premergătoare Renașterii și în timpul ei, s-a acumulat o cantitate suficient de mare de observații și numai după ce a apărut filozofia mecanicistă, mult superioară celei vechi, au putut fi înlăturate concepțiile lui Galenus. Cît de temeinic s-a realizat aceasta se poate vedea din faptul că prima traducere completă în engleză a operelor lui Galenus n-a fost publicată decît foarte recent.^{2.21a}

4. 8. Roma și decăderea științei clasice

Spre mijlocul secolului al II-lea î.e.n., imperiile eleniste au început să decadă din cauza anarhiei și sub presiunea forței mai viguroase a Romei. Nu este nimic enigmatic în succesul repurtat de Roma, care a reușit să-și instaleze stăpînirea asupra lumii mediteraneene. Oricare oraș din Italia care ar fi reușit să-și impună dominația acolo ar fi obținut un mare avantaj atît asupra orașelor-state grecești sau feniciene, cît și asupra imperiilor eleniste din Asia; acestea suferind timp de secole o exploatare necruțătoare, erau slăbite din punct de vedere politic și economic. Italia era încă, în secolul al III-lea î.e.n., în prima fază a expansiunii sale, o țară agricolă, bogată în lemn, cu o climă blîndă, cu o populație sănătoasă în permanentă creștere. Faptul că la început Roma s-a dezvoltat lent a făcut ca ea să rămînă mult mai aproape de organizația gentilică a societății decît orașele civilizațiilor mai vechi. Republica romană se putea bizui în războaiele sale pe sprijinul populației, lucru pe care celelalte orașe nu-l puteau face. Înarmîndu-se neconținut cu mijloacele tehnice ale dușmanilor lor mai înaintați, romanii puteau pierde bătălii, dar nu puteau fi definitiv înfrînți. Singurul

rival serios al Romei era republica comercială a Cartaginei, care se putea măsura cu ea în bogăție, dar nu și pe plan militar.

Pe plan intern, Roma a cunoscut, în esență, aceleași lupte de clasă care au sfîșiat orașele grecești, dar într-o formă mult mai fâțișă, exprimată în disputarea puterii de stat între patricieni și plebei. În secolul I î.e.n. această dispută a culminat în războaie civile aprige, care au pregătit terenul la început pentru dictatura militară și, mai târziu, pentru formarea imperiului. Într-adevăr, constituirea imperiului a fost unul dintre mijloacele prin care cei bogați i-au putut mitui pe săraci, dîndu-le o mică parte din prada jefuită în provincii. Un alt mijloc l-a constituit politica de extindere a cetățeniei romane, întîi asupra italicilor și apoi asupra locuitorilor altor provincii ; în acest mod Roma s-a transformat dintr-un oraș-stat într-un stat teritorial, dominat de proprietarii de sclavi și de negustorii bogați. Unul după altul, statele din răsăritul și din apusul Mediteranei au căzut în mîinile romanilor, deschizînd în același timp drumul în adîncul teritoriilor *barbare* : Galia, Britania, Germania apuseană și Austria. Această expansiune a avut ca rezultat formarea unui nou mare imperiu, cuprinzînd întreaga regiune a Mediteranei, dar trebuind să împartă regatele eleniste cu Persia, care își dobîndise cu puțin înaintea libertatea.

Baza imperiului o constituia armata, care îi cucerise teritorii și care îl apăra împotriva barbarilor, deși după epoca lui August cu mai puțin succes. Împăratul, în calitate de comandant suprem al armatei, reușea de obicei să fixeze și să încaseze impozite suficiente pentru a plăti solda militarilor, care, în caz contrar, puteau să se revolte și să-și aleagă un alt împărat. De fapt, imperiul era o federație de orașe cu slabe legături între ele, care se administrau singure și obțineau venituri de pe urma comerțului dintre ele în limitele lui *Pax Romana*¹. Pămîntul cel mai bun de la țară, care aparținea bogaților proprietari de vile, era lucrat de echipe de sclavi. Pămînturile mai proaste, *pagi*, erau lăsate băștinașilor, *pagani*, care își păstrau în bună parte obiceiurile lor tribale, sau *colonilor* de curînd stabiliți, precum și sclavilor liberați, care în mod treptat au devenit iobagi, *villani* — în limba franceză *villains* —. Paganii aveau să devină mai târziu țărani evului mediu — în limba franceză *paysans* — și să dea numele lor țării, *pays*.

Expansiunea Imperiului roman a avut asupra culturii un efect cu totul diferit de acela exercitat de oștirile lui Alexan-

dru. În momentul în care romanii au intrat în scenă, perioada de avânt a civilizației grecești trecuse ; știința și arta erau în declin. Dintr-un alt punct de vedere, romanii au cunoscut prea târziu civilizația grecească : propriul lor sistem economic, care se sprijinea pe patricienii bogați și pe clienții acestora, era mult prea rigid pentru a mai recurge efectiv la folosirea științei. Afară de aceasta, romanii aparținând claselor de sus (și, în vremea în care Imperiul roman era în curs de formare, aceștia erau singurii romani care contau) disprețuiau civilizația grecească, deși și-o însușiseră sub aspectele ei de suprafață. Nici romanii și nici locuitorii noilor provincii din Apus n-au adus în știință vreo contribuție importantă. Tot ce au putut face mai bun patricienii a fost să culeagă câte ceva din ideile generale ale filozofiei grecești spre a le folosi în sprijinul propriei lor forme de dominație de clasă. Cato cel Bătrîn, un om de stat conservator din secolul al II-lea î.e.n., ura știința elenă și nu-i acorda nici un credit. După părerea sa, medicii greci veneau în Italia ca să-i otrăvească pe romani, iar filozofii greci ca să introducă spiritul destrăbălării. Cicero, celebrul jurist din secolul următor, a adoptat o concepție mult mai luminată. El găsea multe lucruri demne de laudă în filozofia lui Platon și Aristotel, care justificau dominația oamenilor aleși, dar se temea că epicurianismul, pe care începea să-l răspîndească concetățeanul său Lucrețiu, va zdruncina credința poporului în zei și, ca urmare, în ordinea stabilită. Cu toate acestea, filozofia cea mai populară, mai ales în vremea imperiului, a fost stoicismul. Deși stoicismul a apărut la început ca o filozofie a rezistenței, întrucâtva asemenea existențialismului în perioada sa inițială, accentul pe care l-a pus pe principiul exercitării virtuții pentru ea însăși a îngăduit unor demnitari romani, și chiar unor împărați ca Marc Aureliu, să dea impresie că se sacrifică pentru binele public fără nici un gând de răsplată. Seneca, cel mai de seamă dintre stoicii romani și educatorul împăratului-artist Nero, nu considera nimic reprobabil în acumularea unei mari averi personale, fără îndoială, ca un fel de curatelă sacră.

Se obișnuiește să se atribuie spiritului practic al romanilor vina pentru decăderea bruscă a științei, care s-a produs în timpul primilor împărați romani. Este mult mai probabil că ea a fost provocată de cauze mai adânci, care își aveau rădăcina în criza generală a societății clasice, decurgînd din concentrarea puterii în mâinile cîtorva oameni bogați (indiferent dacă aceștia se aflau la Alexandria sau la Roma), precum și în abrutizarea generală a unei populații de sclavi și cetățeni deposedați, pe care i-am putea numi, inspirîndu-ne din analogii mai recente, „albi nevoiași”. Sărăcirea acestora din urmă a micșorat cererea de mărfuri, ceea ce a dus la o și mai mare

înrautățire a situației negustorilor și a meșteșugarilor. Într-o astfel de atmosferă nu exista nici un stimulent pentru dezvoltarea științei, iar ceea ce mai supraviețuia din știință dăinuia în virtutea inerției, pierzându-și foarte curînd calitatea ei esențială, aceea de a cerceta natura și de a crea lucruri noi.

Lucrările publice și comerțul

Aplicarea în practică a cunoștințelor existente a reușit totuși, timp de cîteva secole, să ia o extindere mai mare decît oricînd înainte. Nu numai că s-au executat lucrări publice gigantice, ca drumuri, porturi, apeducte, băi și teatre, dar a putut să înflorească nestingherit comerțul, întrucît existau posibilități pentru un schimb liber de produse din toate părțile imperiului. Aceasta a dus în ce privește unele articole, ca, de pildă, cele de olărie, la o producție care era, de fapt, o industrie de tip manufacturier de articole standard. Totuși, dat fiind că se putea folosi din plin munca sclavilor, dar piața era restrînsă încă numai la clasele înstărite, patronii de ateliere nu aveau nici un imbold să treacă la treapta următoare, aceea a introducerii mașinilor ; astfel condițiile pentru desfășurarea unei revoluții industriale n-au putut să apară în acea vreme.

Arhitectura

Cele două contribuții caracteristice ale tehnicii romane au fost aduse în domeniul arhitecturii și agriculturii. Construirea de apeducte, amfiteatre și mari bazilici a făcut necesară dezvoltarea studiului arcadei și a bolții, devenite posibile prin utilizarea largă a cărămizilor arse și a unui fel de beton obținut din var și cenușă vulcanică. Cu tot caracterul ei masiv și impunător, apare evident că în arhitectura romană a existat mult mai puțină pricepere în folosirea posibilităților oferite de arcadă și boltă decît în arhitectura gotică medievală. Abia în ultima perioadă a imperiului s-a realizat la Constantinopol, după modelele persane, construcții ingenioase cu cupole susținute de pandantivi ușori.

Agricultura

Agricultura nu putea deveni o știință înainte de a se fi acumulat mult mai multe cunoștințe în biologie decît acelea de care dispuneau cei vechi. De fapt, nici astăzi ea nu este o știință propriu-zisă. Scrierile romanilor în domeniul agriculturii — „Georgicele” poetului Virgiliu fiind cea mai cunoscută — se limitează în mod necesar la descrierea practicii țărănești și la unele sumbre amintiri despre administrarea lati-

fundiilor, bazată pe munca sclavilor. Aceste date prezintă totuși mult interes, deoarece arată că, mai ales în cultivarea pomilor fructiferi și a legumelor, cea mai mare parte a procedeelor tehnice din ziua de astăzi erau binecunoscute și practicate încă de pe atunci. Pe de altă parte, lipsa plugurilor și a unor atelaje corespunzătoare a limitat posibilitățile de lucrare a pământului.

Administrația și dreptul

Marca contribuție pozitivă adusă de romani în dezvoltarea culturii, despre care se vorbește în orice manual de istorie, o constituie crearea unui sistem de drept. De fapt, dreptul roman n-a fost în acea perioadă nimic altceva decât o încercare științifică de a asigura relații echitabile între oameni. El avea ca obiectiv față apărarea proprietății acelor care au fost destul de norocoși ca s-o dobândească și conținea, după cum a remarcat pentru prima dată Vico, vestigiile a trei straturi suprapuse ale istoriei culturii. În primul rând, conținea vechile obiceiuri gentilice, care, sub influența monopolizării proprietății mobile în formă de vite (*pecunia*), au evoluat de la faza matriarhală la cea mai severă fază patriarhală. În aceasta constă faimosul sistem roman al *familiei*, în care *pater familias* își conduce în mod despotic soția, copiii și *famulii*, sau sclavii. Apoi vin urmele lăsate de dreptul civil și comercial — rezultat al îndelungatelor lupte economice și politice din timpul republicii —, care puneau accentul pe relațiile bănești și pe restituirea datorțiilor. În sfârșit, se constată influența administrației imperiale cu recunoașterea *prerogativelor* cîrmuitorului. În forma sa finală codificată — spre sfârșitul imperiului, sub Iustinian, în secolul al VI-lea e.n. — se observă influența filozofiei severe a stoicilor, care, ca și confucianismul în China, devenise o a doua natură a funcționarilor romani. Se poate învăța multă istorie socială din dreptul roman, dar contribuția sa în știință se reduce la stabilirea concepției despre *dreptul natural* universal. În esență, complet inaplicabil economiei din perioada feudală, total deosebită, el a fost reînviat — cu întreaga aureolă a măreției imperiului — în timpul Renașterii, drept cod legal, de bază al capitalismului (p. 729).

Declinul și căderea imperiului

În ultimele zile ale imperiului, în timpul lui Adrian (117—138 e.n.), întreaga economie a început să se prăbușească. Armata, care reprezentase o importantă sursă de bogății pe vremea cînd captura sclavi și pradă de război, se vedea a fi acum o povară, deși necesară, tot mai grea, deoarece

nu se mai cucereau teritorii noi, iar apărarea imperiului devenea din ce în ce mai dificilă *. Încercările de a introduce reforme duceau pînă la urmă la agravarea situației. Economia bănească, subminată de inflație, a cedat treptat locul trocului, bazat pe schimbul de bunuri produse și consumate în mare parte local. *Vilele*, în care cetățenii bogați se refugiau spre a scăpa de impozite, au devenit centre de producție locală, luînd treptat locul vechilor orașe ca centre economice, iar comerțul s-a limitat din ce în ce mai mult la articole de lux. Acestea constituiau doar ultimele simptome ale unei boli inerente societății antice împărțite în clase. Nu exista nici o cale de a scăpa de exploatare în afara completei prăbușiri a acestei societăți.

Decăderea economică și intelectuală

Încă din secolul al III-lea î.e.n., dacă nu și mai dinainte, civilizația clasică era definitiv condamnată. Lunga ei agonie a avut efecte catastrofale asupra științei, deoarece în această perioadă s-a pierdut cea mai mare parte din ce se realizase. Cunoștințele care nu sînt folosite pentru dobîndirea de noi cunoștințe nici măcar nu se păstrează ; ele se destramă și dispar. La început, tomurile mucelesc în rafturi, deoarece foarte puțini simt nevoia sau îndemnul să le citească ; curînd, nimeni nu le mai poate pricepe ; ele putrezesc necitite și, în cele din urmă, asemenea soartei legendare a mării Biblioteci din Alexandria, tot ce mai rămîne este pus pe foc pentru a încălzi apa de la baia publică sau dispare, în alte sute de feluri, necunoscute.

Misticismul și religia organizată

Gîndirea nu și-a oprit mersul o dată cu dispariția științelor naturii, ci pur și simplu s-a orientat din nou spre misticism și religie. Deși atracția emotivă spre misticism reprezintă o expresie a dorinței de a evada dintr-o lume nedreaptă, o asemenea orientare avea totuși un fundament filozofic conștient cu obîrșia în filozofia lui Platon din epoca de decadență a orașului-stat democratic. Școlile apărute ulterior, mai ales școala stoică și cea neoplatonică, au dezvoltat latura mistică a idealismului lui Platon, lăsînd la o parte pe cea matematică, cu excepția unei cabalistice teorii a numerelor mistice și a pătratelor magice. Începînd din secolul I, misticismul filozofic s-a contopit cu acela al religiilor mîntuirii, dintre care creștinismul a avut cel mai mare succes. Caracterul intelectual comun al acestora se găsea într-o nestrămutată încredere în *inspirație și revelație* ca sursă a *adevărului*, superioară sim-

jurilor și chiar rațiunii, idee exprimată de Tertulian : „Cred pentru că este absurd“.

Apariția acestor religii a fost ea însăși un semn al situației deznădăjduite în care se găsea sclavul și chiar cetățeanul, zdrobit de un sistem care îl înjosea și din care i se părea cu neputință să iasă (p. 183). El putea să aleagă între a-și îngădui să exprime proteste aproape revoluționare contra sistemului (asemănătoare celor ce se pot citi în Apocalips) și cultului oficial și a se retrage în singurătate ca să nu se molipsească de răutatea lumii. Pentru omul religios, odioasă era nu numai idolatria, ci tot ce era legat de statul clasei stăpînitoare, pe care îl ura ; luxul, arta, filozofia, știința, toate reprezentau jaloane ale drumului spre iad. Augustin și Ambrozio, care au părăsit știința imorală pentru absurditatea harului divin, au fost părtași la această mișcare în aceeași măsură cu gloata condusă de călugări care a ucis-o cu pietre pe învățata Hipatia (unul dintre ultimii matematicieni greci). Numai după ce vechea lume clasică a fost cu desăvîrșire distrusă, ca în Apus, sau s-a adaptat la noile condiții, ca în Răsărit, biserica a putut să îngăduie (și chiar atunci numai treptat și cu multă șovăială) existența, în anumite limite, a unei științe laice. Cum s-a petrecut acest lucru este expus în capitolul următor, în care se va urmări ridicarea noilor civilizații desprinse din lumea clasică în declin. Tot aici se va găsi și o expunere asupra creștinismului, care, deși a apărut în cadrul civilizației clasice, a fost un produs al împotrivirii poporului față de tot ceea ce reprezenta această civilizație și aparținea, de fapt, stadiului următor al societății. Cu toată împotrivirea manifestată față de cultura clasică, ar fi absurd să se atribuie creștinismului vina pentru declinul și năruirea acestei culturi. Creștinismul a fost mai curînd un simptom al prăbușirii ei și nu o cauză. Misticismul, absurditatea, confuzia și descompunerea, caracteristice pentru ultima parte a perioadei antichității clasice, au fost produsele prăbușirii sociale și economice a statului sclavagist plutocrat. În sensul folosit de Aristotel, acest stat era profund corupt. Îi expirase mandatul acordat de cer, cum spune o expresie chinază. Stăpînirea așa-zisilor împărați romani din Constantinopol avea să mai dureze încă 1 000 de ani, însă acest imperiu a aparținut unei ere noi.

Barbarii

În părțile răsăritene elenizate ale Imperiului roman, cu o civilizație mai veche, ultimele faze ale destrămării civilizației clasice au luat forme diferite de acelea din Apusul relativ recent cucerit de romani, unde viața de oraș reprezenta un

import, iar satele rămăseseră în bună parte păgîne. În Răsărit, barbarii au fost asimilați de populația autohtonă. Viața de oraș nu a încetat niciodată, trecînd aproape fără nici o întrerupere în stăpînirea califilor musulmani și în aceea a împăraților bizantini (mai mult greci decît romani). Noua structură a statelor nu mai era la fel cu cea veche, însă comerțul, cultura și învățătura au fost păstrate și, pentru un timp, au reînviat cu multă strălucire.

În Apus s-a produs un fel de ruină economică generală, de care s-au folosit năvălitorii barbari. Această decădere economică nu s-a datorat însă barbarilor. În primul rînd, cu mult înainte de cucerirea imperiului, barbarii au fost aduși acolo ca mercenari, sclavi sau iobagi, mai ales pentru a suplini brațele de muncă pe care exploatarea ucigătoare a latifundiilor romani și a organelor fiscale le împușinase considerabil. Afară de aceasta, în regiunile păduroase și greu accesibile din Nord și Apus, tehnica romană în domeniul producției de alimente nu se dezvoltase prea mult. Se pare că nu există nici un motiv pentru a pune la îndoială că barbarii dispuneau de mijloace tehnice agricole mai bune decît romanii, pe care i-au înlocuit. În orice caz, ei au fost în stare să cultive pămînturile fertile și greu de lucrat ale Europei apusene, pe care romanii le lăsaseră necultivate. În Britania, de exemplu, moșiile deținute de romani reprezentau numai o mică parte din teritoriul pe care-l ocupau și lucrau efectiv triburile de saxoni păgîni (p. 209 și urm.) *.

Decăderea sistemului de organizare și a tehnicii

În cursul năvălirilor barbare în Europa apuseană s-a pierdut din cultură tot ce depindea de o organizare materială pe scară largă. Podurile, drumurile, apeductele și canalele s-au deteriorat toate și, în cea mai mare parte, au dispărut. Aceeași soartă a avut-o și producția de articole standard, ca cele de olărie, din cîteva ateliere centrale. Singurele procedee tehnice de precizie care au supraviețuit și au înflorit au fost acelea care serveau la producerea de obiecte mici, pentru podobe și arme, lucrate cu măiestrie din metal. O dată cu dispariția clasei de oameni culți înstăriți și a celor ce depindeau de ei, la orașe n-a mai rămas decît foarte puțin din tradiția filozofiei și aproape nimic din știință. Ultimii învățați clasici și-au găsit refugiul în biserică, ca Grégoire din Tours și Paulinus din Nola, au devenit slujbași ai regilor barbari, ca Boethius, ori s-au retras la moșiile lor, ca Ausonius (aprox. 310—395 e.n.). Totuși, în Europa au mai rămas destule realizări ale culturii clasice pentru ca aceasta să poată renaște, purificată de

cele mai multe din imperfecțiunile ei de pe vremea imperiului. În Veneția, în Salerno și în îndepărtata Irlandă existau izvoare din care avea să țîșnească proaspăta și originala cultură medievală, pentru a se uni din nou, în secolul al XII-lea, cu suvoiul principal care curgea prin lumea islamică. ^{3.1a ; 3.30-32}

4. 9. Moștenirea lumii clasice

Volumul de față se ocupă de influența științei asupra istoriei, și în special de influența științelor naturii din lumea clasică asupra vieții din acea epocă și din epocile care au urmat. Acest capitol urmărește să arate într-o oarecare măsură ce a însemnat știința în viața orașului elen și cum a influențat-o ea. Noi sîntem înclinați să exagerăm atît de mult realizările intelectuale și artistice ale grecilor, încît ne este greu să ne dăm seama că atît cunoștințele lor, cît și arta lor au influențat mult mai mult latura exterioară decît factorii practici și materiali ai vieții. Frumusețea orașelor, a templelor, a statuilor și a vaselor grecești, perfecțiunea logicii, a matematicii și a filozofiei lor ne fac să nu vedem că modul de viață al majorității populației din țările civilizate era, la căderea Imperiului roman, în mare măsură același ca și cu 2 000 de ani înainte, cînd s-a prăbușit vechea civilizație a epocii bronzului. Agricultură, alimentația, îmbrăcămintea și locuințele n-au fost îmbunătățite într-un mod apreciabil. Cu excepția unor mici perfecționări în domeniul irigației și al construcției de drumuri, cum și a unor stiluri noi în arhitectura monumentală și în urbanistică, știința grecilor și-a găsit o aplicare redusă. Acest lucru nu este de mirare ; în primul rînd, deoarece știința nu era cultivată de către cetățeni înstăriți pentru scopuri practice, pe care ei le desconsiderau cu desăvîrșire ; în al doilea rînd, chiar cu cea mai mare bunăvoință, știința pe care o realizaseră grecii era mult prea limitată și avea în prea mare măsură un caracter calitativ pentru a putea fi de mare folos practic. Matematica elenă, cu tot edificiul ei elegant și încheșat, nu putea fi utilizabilă decît în foarte puține scopuri practice, din lipsa atît a unei fizici experimentale, cît și a unei mecanici precise. Rodul principal al impresionantei astronomii grecești a fost, în afară de prezicerile astrologice, un calendar bun și cîteva hărți fără importanță. Principalul leagăn al astronomiei aplicate — arta navigației — aproape că nu s-a dezvoltat, din lipsa corăbiilor și a interesului de a se avînta în largul oceanului.

Alte științe ale naturii reprezentau doar puțin mai mult decît niște simple cataloage sistematizate — asemenea „Istoriei naturale“ ^{8.25} a lui Pliniu —, conținînd observații ale fierarilor, bucătarilor, agricultorilor, pescarilor și medicilor.

Acolo unde știința intervenea, o făcea numai pentru a impune teorii naive sau mistice, bazate pe elemente sau umori, care încurcau și denaturau înțelegerea naturii. Științele sociale ale grecilor au avut consecințe mai directe, dar, tocmai pentru că erau legate de condițiile unui anumit oraș-stat, au devenit inaplicabile când aceste condiții s-au schimbat (p. 728). Cuceririle tehnice, spre deosebire de științe, au dăinuit mult mai mult și au rămas aproape intacte. Într-adevăr, în afară de cele de proporții mai mari, cum erau construcțiile de drumuri sau de apeducte, ele s-au transmis neschimbate în esență, deși, cel puțin în Apus, formele de exprimare au fost înrăutățite și simplificate.

Posibilitățile culturii clasice n-au putut fi pe deplin valorificate în cadrul civilizației care i-a dat naștere. La fiecare cotitură ele au fost frânate de obstacolele economice și sociale, inerente, după cum am văzut, plutocrației sclavagiste. Adevărata contribuție a științei grecești la dezvoltarea civilizației avea să se manifeste în viitor, deși numai în măsura în care elementele embrionare ale culturii clasice au putut fi păstrate și transmise. Din fericire, deși civilizația clasică n-a avut puterea să se salveze, ea s-a bucurat de suficient prestigiu pentru ca cel puțin unele dintre realizările ei să nu poată fi niciodată uitate și, mai târziu, să devină baza unei noi dezvoltări a științei.

În perioada statelor eleniste și romane, civilizația a cunoscut o largă răspândire de la Atlantic și pînă la Hindukuș. Prestigiul cîștigat prin extinderea puterii și a culturii acestor mari imperii a dăinuit mult mai mult decît autoritatea lor politică. Acest prestigiu a contribuit, chiar după ce s-a stins impulsul dat la început, la răspîndirea pe o suprafață mult mai întinsă a ideilor, metodelor, stilurilor și mijloacelor tehnice ale elenismului. În Răsărit, în Asia centrală, în China și India, peste tot s-a resimțit influența acestui prestigiu, îmbinată cu aceea a vechilor culturi locale; în Apus, prestigiul învățaturii pierdute a servit la civilizarea barbarilor în Europa.

De fapt, poate cea mai importantă moștenire a epocii clasice a fost însăși ideea de știință a naturii. Există o părere răspîndită, bazată pe legende, că printr-un studiu aprofundat anticiei dobîndiseră o cunoaștere a naturii care le dădea posibilitatea s-o stăpînească. Astfel, despre Alexandru, care fusese educat de Aristotel, se credea că a posedat un submarin și că putea să zboare într-un car tras de un vultur. Dintre elementele reale ale culturii clasice, știința — și în special astronomia și matematica — s-a dovedit, de fapt, cea mai trainică. Deoarece erau necesare la catalogarea planetelor, fie chiar și numai pentru prezicerile astrologice, aceste științe tre-

lăuiau să fie transmise și practicate. O mare parte din celelalte științe s-a păstrat în cărți și a apărut apoi când la arabi, când la umaniștii Renașterii. Nu vom ști niciodată cât de mult s-a pierdut definitiv; totuși s-a păstrat deajuns pentru a în- druma și anima gândirea și practica secolelor care au urmat. De fapt, în ultimii 500 de ani au fost redescoperite și au fost imitate atâtea lucruri, încât am reușit să încorporăm efectiv lumea clasică în propria noastră civilizație, și aceasta nu s-a petrecut în nici un alt domeniu mai conștient sau mai rodnic decît în tehnică și în știință.

TABELUL 1. Dezvoltarea tehnicii și originea științei

(capitolele 2, 3 și 4)

Acest tabel prezintă principalele realizări tehnice începînd din perioada primelor societăți omenești pînă la începutul perioadei clasice, în jurul anului 600 î.e.n. Datele sînt menționate numai pentru a indica începutul culturilor caracteristice epocilor paleolitică, neolitică, a bronzului și a fierului, în principalele lor centre de apariție. În alte locuri, aceste culturi apar mai tîrziu. Ordinea nu este cronologică, ci reprezintă numai o enumerare a celor mai semnificative trăsături ale treptei respective în dezvoltarea culturii.

TABELUL 2. Tehnica și știința în antichitate

(capitolul 4)

Acest tabel cuprinde perioada dezvoltării științei raționale, în mod predominant greacă, care a durat 1 100 de ani, spre a scoate în evidență legătura științei din această perioadă cu istoria și tehnica contemporană. Perioada este împărțită în secole și, în măsura spațiului disponibil, contribuțiile individuale figurează în secolul cînd au avut loc. Nu s-au scos în evidență intervale de timp mai scurte. Scara timpului este uniformă și îngrămădirea de nume în perioadele ateniană și elenistă pune în lumină marea activitate științifică din aceste perioade în comparație cu relativa sterilitate a perioadei romane.

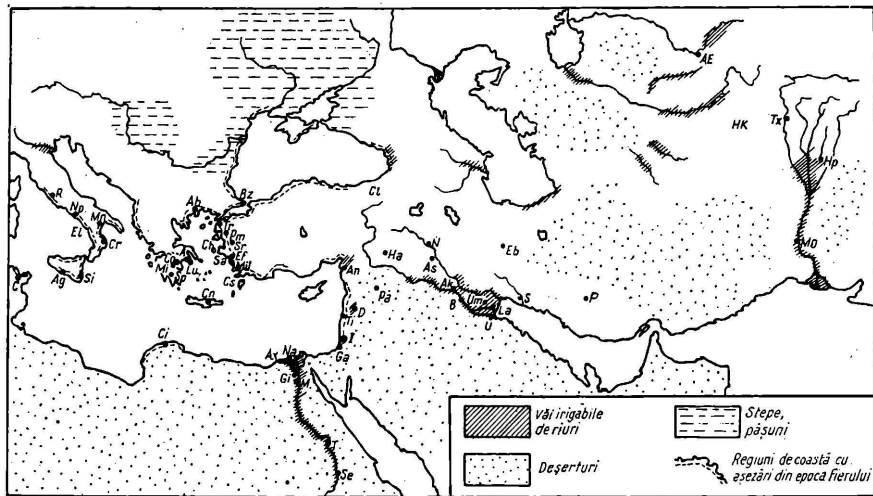
HARTA 1. Inceputurile civilizației

Această hartă indică principalele regiuni (afară de cîmpiile Chinei) pentru care posedăm date privind originea agriculturii și formarea orașelor. Cea mai mare parte a acestor regiuni era alcătuită inițial, cu excepția munților înalți și a deșerturilor, din cîmpii deschise, acoperite cu iarbă, unde se putea forma cultura pastorală, din cîmpii inundabile și din deltele fluviilor importante — presupuse a fi primele așezări pentru orașe —, precum și din regiuni de coastă, care au început să fie populate în epoca fierului. Sînt indicate, de asemenea, așezările principalelor orașe din epoca bronzului și a fierului.

TABELUL 1

	PRINCIPALUL MOD DE OBTINERE A ALIMENTE- LOR ȘI TRANSPORTURILE	UNELTE ȘI MATERIALE	UTILAJ ȘI PROCESE	ORGANIZAREA SOCIALĂ	REALIZĂRILE INTELECTUALE ȘI CULTURALE
EPOCA PALEOLITICĂ (capitolul 2)	Culesul hranei și vânătoarea	Unelte de piatră Unelte manuale și arme	Focul Fierberea alimentelor Coacerea alimentelor Prelucrarea pieilor	Grupuri sociale mici	Limba Cunoștințe despre animale și plante
	Vânătoarea organizată pentru vînarea animalelor mari Bărci Pescuritul, prinderea anima- lelor cu capecana Culesul de grăunțe și ră- dăcini	Unelte cu miner: cioceanul, toporul și sulița Arcul și praștia Sfredelul cu arcuș	Haine, saoi și găleți Curele și sfoară Plase și frînghii Coșuri	Triburi totemice Ritualuri de vânătoare Ritualuri de înmormîntare Vrăjitorii	Dansuri, cîntece și muzică rituale Mituri Pictura și sculptura naturalistă Medicina și chirurgia
EPOCA NEOLITICĂ (capitolul 3.1)	Agricultura Cultura nomadă a pămîntului cu săpăliga Domesticirea animalelor pen- tru hrană, lînă, transportul poverilor și tracțiune Depozitarea de alimente Plugul Cîmpuri cultivate permanent	Principalele unelte de piatră: topoare, săpăligi Rîșnițe de mînă Dulgherie simplă Ornamente de aur în stare nativă și de oupru	Olăria Tersul Țesutul Colibe de stuf și lut, case de lemn Coacerea pîinii și prepararea băuturilor	Satele Ritualurile pentru fertilitate Paparudele și regii cerealelor Apariția deosebirilor sociale Schimburi de mărfuri rituale	Calendar pentru uzul agricol Desenul geometric Simbolurile Mituri despre facerea lumii
EPOCA BRONZULUI (capitolul 3.2-3.8)	Irigația Mecanisme pentru ridicarea apei Canale și diguri Bărcoi cu plaze Cărațe cu roți Drumuri Căse trase de cai	Metalele Extragerea și topirea metalelor Turnarea ouprului și a bron- zului Unelte de bronz, fierăstraie, dălți Arme și armură Niture, sudare, vase de metal	Căse de cărămidă și de piatră Căse cu etaje Apariția mobilei: scaune, paturi, mese Berea și vinul Oale smălțuite	Orașele Societățile împărțite în clase Zei și temple Regi-preoți Meșteșugari, comercianți, drep- tul, proprietatea și datoriile Orașe-stăte și războaiele Imperiile și sclavagismul Năvălirile barbare	Semne ideografice Calcul Numere Scrisura Greutăți și măsuri Aritmetica și geometria Calendarul solar Astronomia Medicina profesională
ÎNCEPUTUL EPOCHI FIERULUI (capitolul 4.1-4.3)	Sporirea suprafețelor defri- gate și arate Roți hidraulice și pompe Angrenaje și macarale Corăbii cu o construcție îm- bunătățită pentru navi- gația pe mare	Fierul Unelte și arme mai bune și mai ieftine Catapulte și alte mașini de război	Sticla Îmbunătățirea preparării me- dicamentelor și coloranților	Orașe comerciale Politica Guvernarea republicană Nașterea plutocrației Luptele sociale Intensificarea războiului	Alfabetul Literatura Monedele de metal Filozofia Nașterea științei raționale
	↓	↓	↓	↓	↓
	Biologia	Fizica și mecanica	Chimia	Științele sociale	Astronomia, matematica și medicina

CAPITOLUL	REALIZĂRILE TEHNICE	EVENIMENTELE POLITICE ȘI SOCIALE	FILOZOFIA ȘI ȘTIINȚA
Anii î.e.n.		Epoca tiranilor	Influența culturii babilonene și egiptene
— 600 (capitolul 4.5)	Adoptarea realizărilor tehnice ale Răsăritului	Cucerirea Ioniei de către perși Eliberarea Greciei de sub jugul persan	Tales și filozofia naturii Teoria materialistă a universului Heracliu — filozofia transformării Anaxagora — cerurile nu sînt de natură divină
500 (capitolul 4.6)	Mineritul și prelucrarea metalelor Construcția de corăbii Arhitectura și sculptura	Pericle la Atena Războiul peloponezic	Pitagora — numărul și forma, legea fizică Filolaus — pămîntul sferic Parmenide — schimbarea este iluzorie Democrit — teoria atomistă
400 (cap. 4.6)	Construirea orașelor după plan	Democrația ateniană	Empedocle — cele patru elemente Hippocrat — medicina rațională
300 (capitolul 4.7)	Informații geografice asupra Persiei și Indiei Marea dezvoltare a lucrărilor hidraulice și a tehnicii militare	Înfrîngerea și reacțiunea la Atena Triumful Maqedoniei Cuceririle lui Alexandru	Socrate — metoda dialectică Platon — idealismul Eudox — sferele cerești
200 (capitolul 4.7)	Jucării mecanice Larga răspîndire a sclavagismului	Influența elenismului în Egipt, Persia, India, Asia centrală Războaiele punice	Muzeul din Alexandria Euclid — geometria sistematizată Straton — fizica experimentală Erasistrat — anatomia umană Apollonijs — secțiunile plane ale conurilor Ctesibius — mecanica și pneumatica
— 100		Controlarea lumii elene de către romani	Aristotel — rațiunea și logica; biologia descriptivă Teofrast — mineralogia Epicur — filozofia atomistă
0	Răspîndirea arhitecturii romane bazate pe arcadă și bolta semicirculară	Războaiele civile romane Cucerirea Galiei Cezar — reforma calendarului August — primul împărat roman	Aristarh — rotația Pămîntului Arhimede — mecanica, hidrostatica
e.n. 100 (capitolul 4.8)	Morile de apă	Războala evreilor Răspîndirea creștinismului	Eratostene — barta și dimensiunile pămîntului Hiparh — astronomia de observație, precesiunea echinoecțiilor Lucrețiu — materialismul atomic, știința fără religie
200	Dezvoltarea economiei urbane și al comerțului	Marc Aureliu — împăratul-filozof	Strabon — geografia Hero — mecanica, mașina cu abur Vitruviu — arhitectura
300		Criza imperiului și năvălirile barbare Dioclețian — încercări de stabilizare a imperiului Constantin — introducerea oficială a creștinismului	Ptolemeu „Almagest”, astronomia descriptivă
400		Condamnarea arianismului Prăbușirea Imperiului apusean Roma prădată de goți Augustin, „Cetatea lui Dumnezeu” Erezie nestoriană	Pappus — calculul suprafețelor și volumelor Diofant — ecuații numerice
— 500			Hipatia — uciderea ei Proclus — ultimul matematician grec



HARTA 1

Legenda: 1 — Văi irigabile de râuri; 2 — Deșerturi; 3 — Stepe, pășuni; 4 — Regiuni de coastă cu așezări din epoca fierului.
 Ab-Abdera. Ag-Agrigentum. Ak-Akkad. Ax-Alexandria. AE-Alexandria Eshata. An-Antiochia. As-Assur. A-Atena. B-Babilon. Bz-Bizant. C-Cartagina. Cl-Chalybii.
 Ch-Chios. Ci-Cirene. Cn-Cnosos. Co-Corint. Cs-Cos. Cr-Croton. D-Damasc. Eb-Ecbatana. Ef-Efes. El-Elea. Ga-Gaza. Gi-Gizeh. Hh-Harappa. Ha-Harran. HK-Hindukus.
 I-Ierusalim. La-Laga. Lu-Laurion. M-Memfis. Mi-Metaponton. Mi-Mioena. Mj-Milet. Mo-Mohaniodaru. Na-Nanoratis. Nn-Nanoria. Nt-Nitria. Pa-Palmira. P-Persia.
 R-Ramesside. S-Susa. Se-Seydis. Si-Siracusa. Sr-Syracusa. U-Uruk. Vp-Vop.

ȘTIINȚA ÎN EPOCA RELIGIILOR ORGANIZATE

INTRODUCERE

Perioada de care se ocupă această parte a lucrării este foarte lungă, începînd cu amurgul culturii clasice greco-romane în secolul al V-lea și durînd pînă la apariția, în timpul Renașterii, a unei noi culturi, bazată pe un sistem economic nou și pe o știință experimentală nouă. Totuși, din punctul de vedere al cărții de față, procesul istoric care se desfășoară de-a lungul acestor zece secole prezintă o unitate dinamică. În cursul întregii perioade asistăm la procesul de decădere, transmitere, restabilire și începere a transformării lăuntrice a ansamblului de mijloace tehnice și de concepții care își au obîrșia, în mare parte, în lumea elenistă. Acest lucru este valabil nu numai pentru Europa, ci și pentru Asia, unde cu excepția Chinei, în care a rămas dominantă o tradiție încă mai veche, tehnica și știința au rădăcini adînci în aceeași cultură. Apariția științei moderne poate fi înțeleasă numai cunoscînd imaginea elenă a lumii, sistematizată în operele lui Platon și Aristotel. În cursul celei mai mari părți a acestei perioade, pînă în secolul al XV-lea, principala sarcină științifică a constat în reconstituirea acestei imagini și în adaptarea ei la noua economie, în esență feudală, care a înlocuit aproape pretutindeni economia în destrămare a plutocrației sclavagiste. De asemenea era necesar ca această imagine să fie adaptată cerințelor intelectuale restrictive ale religiei dogmatice a creștinismului, care a supraviețuit prăbușirii lumii vechi, precum și ale islamului, el însuși, în mare măsură, un produs al acestei prăbușiri.

Însuși faptul că acest lucru a fost cu puțință și că nu s-a dovedit necesară elaborarea unei imagini cu totul noi a lumii

constituie o indicație că economia feudală, mult mai fragmentată și mai primitivă din punct de vedere tehnic și economic decât aceea pe care a înlocuit-o, n-a avut prea mare nevoie de forme intelectuale cu desăvârșire noi și, în consecință, nici nu le-a putut elabora. Ceea ce a putut să facă și a făcut într-adevăr a fost să introducă în producție noi mijloace tehnice, care, deși mai modeste, s-au răspândit mai mult și au fost mai apropiate de popor decât cele din timpurile clasice vechi. După cum vom arăta în partea a V-a, tocmai această trăsătură a ultimei perioade a vieții medievale împreună cu schimbările economice care au însoțit-o au dat naștere transformărilor radicale din secolul al XVI-lea, care au creat concomitent *știința modernă* și *capitalismul*.

Pentru a explica nașterea științei moderne, trebuie să-i cunoaștem antecedentele, adică să cunoaștem anumite date din îndelungata și obscură ei perioadă de pregătire, din ceea ce datorează civilizațiilor clasice și preclasice, precum și acelorale țărilor musulmane, Persiei, Indiei și Chinei. În primul rând însă trebuie să știm cum s-a desfășurat acest proces. Ce a determinat apariția noii științe în secolul al XVI-lea în Italia? Ce anume a făcut-o să cunoască o înflorire atât de mare în Anglia, Franța și Olanda secolului al XVII-lea? De ce nu s-au făcut asemenea progrese hotărâtoare în cadrul altor culturi, de pildă în cadrul celei a Indiei sau a Chinei, care păreau coapte pentru aceasta în anumite perioade ale istoriei lor? Aceste întrebări și unele încercări de a le da un răspuns formează tema centrală a acestei părți, care stabilește ce factori au contribuit la apariția științei moderne. Cei mai importanți dintre acești factori au fost tendințele economice care, spre sfârșitul evului mediu, au pus un accent din ce în ce mai puternic pe progresul tehnic, mai ales în direcția raționalizării muncii. Sînt aceleași tendințe care marchează transformarea structurii economice a *feudalismului* în aceea a *capitalismului*. Într-adevăr, calea urmată în timp și în spațiu de dezvoltarea capitalismului în Europa este aceeași cu calea dezvoltării științei. Se va arăta cum, la început, știința a urmat dezvoltarea capitalismului în formare și cum, treptat, a ajuns să influențeze însăși această dezvoltare. În tot cursul acestei perioade, trăsăturile generale ale științei au fost dictate de condițiile feudale existente, care i-au determinat limitele, și nu de condițiile care pregăteau orînduirea socială diferită ce avea să vină.

Perioadele examinate în partea a III-a cuprind originea, dezvoltarea, înflorirea și decăderea economiei feudale în nordul Europei și în țărilor mediteraneene, cum și progresele paralele, însă distincte, din Asia, a căror contribuție la cultura mondială a fost în acele timpuri cea mai importantă. Firește, perioadele sînt prezentate în două părți cu totul inegale. Mai

Întâi, în capitolul al 5-lea, este tratată perioada de tranziție de circa 700 de ani, din anul 450 pînă în anul 1150 e.n., caracterizată în Europa prin salvarea unor rămășițe ale tehnicii și științei clasice, iar în Siria, Egipt, Persia și China prin dezvoltarea continuă a acestora, totul sub impulsul direct sau indirect al culturii eleniste. Ceea ce a rezultat s-a contopit, spre sfîrșitul perioadei, în cultura *islamică*, care, în cursul scurtei, dar strălucitei ei înfloriri, a acționat ca purtător al realizărilor științei către alte popoare și stimulator al unui nou progres în știință.

A doua perioadă — tratată în capitolul al 6-lea și cuprinzînd anii 1150—1440 e.n. — reprezintă o perioadă distinctă numai pentru Europa. Ea începe în domeniul științific cu impulsul pe care versiunea islamică a științei eleniste l-a imprimat societății feudale și care a dus la mișcarea impresionantă, dar de scurtă durată a scolasticii medievale. Această perioadă se caracterizează de asemenea printr-o mișcare lentă, dar cu tendințe de înviorare crescîndă, orientată spre dezvoltarea tehnicii și științei în condițiile unei societăți *feudale* din ce în ce mai instabile. Această dezvoltare, atît prin ea însăși, cît și prin consecințele ei economice, a pregătit calea către următoarea formațiune socială, *capitalismul*, în care a fost creată și știința *modernă*, așa cum se va vedea în partea a IV-a.

CAPITOLUL 5

ȘTIINȚA ÎN PERIOADA DE TRECERE LA FEUDALISM

5. 1. Dezvoltarea civilizației după căderea Imperiului roman

În învățămîntul nostru tradițional, atenția s-a concentrat atît de mult asupra istoriei Imperiului roman, și mai ales asupra părții sale apusene, încît sîntem înclinați să credem că din secolul al III-lea pînă în secolul al IX-lea a avut loc un declin general al civilizației. În realitate, în teritoriile lumii antice unde procesul de pătrundere a civilizației s-a petrecut mai tîrziu și mai puțin firesc, adică în Britania, Franța, Renania, Spania și Italia, sistemul de guvernare de către o clasă bogată de sclavagiști romani și provinciali s-a prăbușit, și a fost înlocuit treptat de o orînduire care, deși fărîmițată, avea o bază mult mai largă, și anume orînduirea feudală. Năvălirile barbare care au avut loc în cursul acestei transformări au fost un rezultat și nu cauza apariției orînduirii respective.

În acest timp, în restul Imperiului roman, orașe mari ca Alexandria, Antiohia și Constantinopol au rămas neatînse. Aici s-a menținut aceeași formă de guvernare, deși în limite mult mai restrînse. Cu mult dincolo de hotarele Imperiului roman, pe întreg teritoriul care, după expediția lui Alexandru, ajunsese sub influență elenistă și care cuprindea Persia, India și Asia centrală, civilizația a continuat să înflorească și să se dezvolte, dar fără rigidele limitări economice, tehnice și științifice ale culturii clasice din ultima ei perioadă. Perioadele cînd au înflorit imperiul Sassanizilor în Persia (226—637 e.n.), statele dinastiilor Gupta (320—480 e.n.) și Chalukia (550—750 e.n.) în India și regatul, mai puțin cunoscut, al Horezmului în Asia centrală (400—600 e.n.)

sunt cuprinse în intervalul dintre secolele al V-lea și al IX-lea, interval numit „epoca întunericului“, ca și cum din pricină că știm prea puține despre ceea ce s-a petrecut în Europa apuseană, doar parțial civilizată, întregul pământ ar fi fost acoperit cu un văl negru. În același timp, China, sub dinastiile Wei (386—549 e.n.) și Tan (618—906 e.n.), se bucura de o epocă de realizări economice și culturale fără precedent.^{3,4}

În ce privește structura economică și politică, aceste state din Orient nu s-au depărtat prea mult de forma civilizațiilor de la începutul epocii bronzului, care existaseră de multă vreme pe teritoriile lor, așa cum s-au îndepărtat. culturile țărilor elenizate și romanizate. Ele n-au trecut niciodată prin crâncene conflicte economice și politice, provocate de o economie bazată pe relații marfă-bani și de sclavagismul care mai întâi a creat și apoi a distrus civilizația clasică. Sub alte aspecte, cum ar fi cultura, ele se deosebeau foarte mult. Persia era încă dominată de o veche nobilime gentilică, iar religia simplă a lui Zoroastru a fost restabilită ca o forță eficientă de o dinastie reformatoare. În preajma secolului al VI-lea, India își și dezvoltase complicatul ei sistem religios și de caste pe care budismul n-a reușit să-l stăvilească, iar China înaintase mult, în acest timp, pe calea trasată de Confucius, în condițiile dominației unei nobilimi rurale cu o educație aleasă, deși cultura ei păstra încă multe trăsături ale societății primitive gentile, ^{2,22a} exprimată prin cultul strămoșilor *.

Deși fiecare cultură își urma propria ei formă, contactul dintre cele mai importante state din această perioadă era mult mai strâns decât înainte, mai ales prin mijlocirea comerțului. Dat fiind că exista o piață largă, deși limitată la articole de lux, mijloacele tehnice au fost îmbunătățite, în special în țesătorie, olărie și prelucrarea metalelor. Războiul de țesut pentru țesături cu desen, mașinile pentru irigații și, probabil, multe dintre cele mai importante invenții în domeniul mecanicii și navigației, care aveau să marcheze pentru Europa trecerea la evul mediu, au apărut în Răsărit în acea vreme. Arta a înflorit, desigur, foarte mult, după cum o dovedesc obiectele de artă din acea perioadă, păstrate cu grijă în muzeele noastre. Deși arta grecească a fost îmbrățișată cu entuziasm pretutindeni, până în India și chiar dincolo de hotarele ei, formele sale ideale reci au fost repede transformate, dându-li-se o expresie nouă, plină de simțire.

În afară de India și de China știm foarte puțin despre știință, însă putem presupune — ținând seama de rapidă ei înflorire de mai târziu, care a avut loc sub protecția isla-

mului, dar nu neapărat și sub influența lui — că a fost tot atât de mult cultivată în Persia și Asia centrală. Influența elenă este vădită, în special în matematică, astronomie și medicină; transplantate însă într-un nou mediu, ele s-au dezvoltat cum n-ar mai fi putut să se dezvolte în propria lor țară. Toate aceste progrese aveau să contribuie mai târziu la progresul cultural comun; în sine însă ele nu sînt atât de importante ca transformările economice fundamentale care le-au însoțit.

Declinul și căderea Imperiului roman au marcat o eră hotărîtoare în istoria întregii omeniri. La apogeul forței sale, acest imperiu a fost cel mai întins stat din lume. Organizația sa militară și civilă, ca și comerțul său, au atins proporții pe care nu le-a întrecut nici o altă comunitate omenească multe secole după aceea. Nici unul dintre statele care au luat ființă pe fostele sale teritorii n-a reușit vreodată să mențină o astfel de organizare pe un timp atât de îndelungat și pe o suprafață atât de întinsă. Singurul imperiu cu care poate fi comparat a fost acela al Chinei, însă caracterul organizării de stat chineze era cu totul diferit de cel clasic. Cînd economia romană — plutocratică și sclavagistă — s-a dezintegrat din cauzele pe care le-am analizat mai înainte, ea a lăsat în urma ei, aproape pretutindeni, germeii unui nou sistem economic și politic descentralizat.

Există anumite asemănări, dar totodată și mari deosebiri între urmările imediate ale prăbușirii Imperiului roman și acelea ale prăbușirii vechii civilizații a epocii bronzului, petrecută cu 2 000 de ani înainte (p. 97). În amîndouă cazurile, viața și-a reluat cursul de la un nivel tehnic mai coborît, însă în cazul prăbușirii Imperiului roman relativul declin economic a fost mult mai accentuat, cel puțin în Europa. Pe de altă parte, după cum vom vedea, aici s-a salvat mult mai mult din realizările științei și culturii. Ca în cazul epocii bronzului, a dispărut tot ce depindea de activități de mari proporții: comunicațiile, comerțul cu ținuturi depărtate și sistemele de irigație. Noua formațiune economică care a luat locul Imperiului roman se deosebea net de democrația bine dezvoltată și de comerțul intens din orașele-state, care au marcat începuturile epocii fierului.

Trecerea la feudalism

Deși în Imperiul roman de răsărit orașele au continuat să existe, economia noii orînduiri s-a bazat în esență, pretutindeni, pe viața rurală, unitatea ei fiind moșia, vila sau domeniul seniorial, care erau lucrate nu de sclavi, ci de

iobagi, legați pentru totdeauna de pământ, cu dreptul la o anumită compensație pentru grelele servituți pe care erau obligați să le execute. Proprietarii moșiilor erau fie descendenții vechii plutocrații urbane, în special în Imperiul de răsărit, fie descendenții șefilor de triburi barbare, ca în teritoriile ocupate de germani sau de arabi. Economia rurală era în esență feudală, atât în țările Răsăritului, unde la început proprietarii trăiau în cea mai mare parte la oraș, cât și în Apus, cu mijloacele sale de comunicație mai sărace, unde aceștia trăiau la moșiile lor.

În cele mai multe cazuri, țăranii — *coloni*, iobagi, raiale — au rămas în posesiunea pământurilor și a uneltelor, fiind siliți însă să cedeze o parte din produsele sau din munca lor seniorilor, sub formă de dijmă, dări sau clacă. În Apus, formele de folosire a pământului au revenit la acelea ale unei economii naturale, însă la un nivel tehnic mai înalt decât în epoca fierului. În Răsărit însă a rămas totdeauna un surplus mai mare pentru comerț. Firește, trecerea la feudalism nu s-a produs dintr-o dată, ci a durat câteva sute de ani, și nici ritmul n-a fost același peste tot. Înainte de a se fi dezvoltat pe deplin, feudalismul a și început să decadă în centru. De altfel, feudalismul nici n-a fost limitat numai la regiunile vechilor imperii, grec sau roman. El s-a răspândit ca sistem economic dominant, pe măsură ce noi teritorii din Europa și din Asia au fost date agriculturii.

5. 2. Epoca religiilor organizate

Condițiile producției feudale au redus la minimum nevoile de a folosi știința. Aceste nevoi nu au crescut din nou decât după ce comerțul și navigația au început să dea naștere la noi nevoi spre sfârșitul evului mediu. Efortul intelectual avea să se îndrepte în alte direcții, în mare măsură în slujba unui fenomen cu totul nou al civilizației, acela al *religiilor organizate*.

Apariția religiilor organizate ca forță politică și socială dominantă, care a avut loc în primele secole ale erei noastre, a reprezentat un fenomen care nu s-a limitat numai la creștinism, ci s-a desfășurat pe plan mondial, prezentând numeroase trăsături comune în regiuni cu totul diferite; aceasta dovedește că apariția sa se datorește unei necesități comune și unor posibilități comune de dezvoltare a acestor religii. Între secolele al III-lea și al VII-lea e.n. constatăm creșterea puterii și influenței creștinismului, a mahomedanismului, precum și a budismului în China și în Asia de sud-est. Este adevărat că budismul în India și religia lui Zoroas-

tru în Persia au fost întemeiate ca religii aproximativ cu șapte secole mai înainte, însă în perioada de care vorbim s-au cristalizat doctrinele lor și a fost organizat clerul. Tot atunci, până și cea mai multiformă și mai neorganizată religie, hinduismul, care a înlocuit budismul în India, s-a consolidat într-o formă nouă, rânduindu-și și cărțile sacre*.

S-ar părea că pentru prima oară în istoria omenirii s-a simțit nevoia unei religii bazate pe un sistem stabil de credințe, ca și a unor mijloace de menținere a lor. Cheia pentru explicarea acestei stări de lucruri se găsește în unele caracteristici ale religiei organizate, care sînt prezente, într-un anumit grad, în toate sau în aproape toate aceste religii. Aceste caracteristici sînt: un cler ierarhizat, ritualuri determinate și, ca o verificare și un punct de raliere, un *crez*, care implică credința în ordinea universului expusă în cărțile sacre. Există totodată și trăsături auxiliare, care prezintă o mai mare varietate: apariția credincioșilor fanatici fie izolați: pustnicii, fahirii, iogii, fie în grupuri constituite: călugării, lama sau dervișii, care se consacră ascetismului, cerșitului, predicilor sau uneori muncii. Unele dintre aceste practici sînt mult mai vechi decît religia organizată și, de fapt, pot fi descoperite în cele mai primitive comunități, însă au căpătat un nou aspect sub influența vieții înaintate a orașului. Pustnicii și călugării reprezintă latura religioasă a evadării din viața de asuprire și de păcate a orașelor în perioada declinului lor, latura laică reprezentînd-o retragerea bogaților din orașe la proprietățile mănăstirești de la țară, în scopul de a scăpa de cei care strîngeau impozitele imperiale.^{3.12}

Trăsătura principală a noilor religii organizate constă în coeziunea socială a bisericii și crezul care definește și unește pe credincioși. El rezidă în ritualul comun și în credințele filozofice comune. Faptul că toate aceste religii sînt, așa cum a spus Mahomed, „popoare ale cărții“, arată că ele implică un anumit grad de știință de carte în rîndurile unei clase destul de numeroase. Faptul că ritualul și ceremonialurile bisericii se extindeau asupra tuturor oamenilor dovedește totodată tendința clerului de a-și asigura un asentiment *universal* (acesta este sensul inițial al cuvîntului *catolic*). De fapt, noile religii, de îndată ce au depășit fazele lor revoluționare de formare, au devenit, în esență, organizații cu tendințe stabilizatoare. Ele au urmărit — uneori în mod înconștient, alteori conștient — să prezinte ordinea socială în așa fel, încît să fie acceptată de toți oamenii, susținînd că ea ar constitui o parte integrantă dintr-un univers imuabil (p. 732). În același timp, introducerea

zeilor, a miturilor și a diferitelor viziuni asupra vieții viitoare nu este altceva decât o diversiune și o promisiune a răsplății cerești pentru nedreptățile din lumea aceasta.

Începuturile creștinismului

Aceste trăsături apar deosebit de evident în istoria începuturilor creștinismului. Cunoașterea acestei istorii prezintă o importanță cu totul deosebită pentru înțelegerea științei, întrucât, cu excepția unei scurte perioade de dominație islamică, știința modernă a ajuns la maturitate în cadrul creștinismului. Creștinismul s-a născut din suferințele popoarelor din Imperiul roman, însetate de o viață mai bună (p. 167). Nu este o întâmplare că a apărut pentru prima oară în rîndurile evreilor, care au fost, dacă nu cel mai asuprit, în orice caz cel mai rebel dintre popoarele subjugate. Primele comunități creștine au fost eseniene sau au avut o formă foarte apropiată de aceea a esenienilor.^{3.36} Acestea se constituiseră sub forma unor grupuri închise, independente din punct de vedere economic, neacceptînd nici bogăția și obiceiurile străine de care fuseseră atrași Macabei, la început revoluționari (p. 109), și nici îngustimea sectară a fariseilor*, care acordau atenție în special riturilor.

Asocierea cu tradiția democratică și mai ales cu respingerea oricărui compromis cu potențaii acestei lumi a asigurat de la început creștinismului sprijinul poporului, pe care persecuția oficială n-a făcut decât să-l întărească. Puterea de atracție a creștinismului asupra poporului a atins punctul cel mai înalt în primele două secole, adică în perioada în care cetățenii bogați și culți considerau imperiul în culmea gloriei și puterii. Dar tocmai în acea vreme guvernarea romană împila mai mult pe omul de rînd și pe sclav. Pentru aceștia nu exista nici o nădejde în această lume, astfel că nu prea aveau motive să se îngrozească de sfîrșitul ei violent. Creștinismul s-a putut răspîndi mult mai mult decât mozaismul, deoarece s-a debarasat de îngustimea sectară a acestuia, păstrînd în schimb întregul lui caracter popular. Creștinismul a reprezentat mult mai mult decât o nouă religie mistică, ca aceea a mithraismului, care a cunoscut de asemenea o puternică înflorire în acele timpuri tulburi. Creștinismul a oferit o organizație atotcuprinzătoare, care, oricît de supusă s-a arătat în aparență, era absolut hotărîtă să nu participe cu nimic la civilizația clasică asupritoare și plină de păcate. El a devenit în mod inevitabil o mișcare politică, reprezentînd la început năzuințele și speranțele claselor de jos asuprite din marile orașe și o reacție a popoarelor orientale împotriva elenismului dominant al claselor de sus.

Totuși, creștinismul n-a rămas multă vreme restrâns doar la clasele de jos ; puțin câte puțin, pe măsură ce a început să cuprindă din ce în ce mai mulți prozeliti culți, s-au strecurat în învățătura sa multe dintre ideile lumii clasice. Unele dintre ele au fost mult mai ușor de asimilat decât altele ; în special platonismul și, într-o măsură mai mare, vlăstarul său, pe jumătate creștin, neoplatonismul, care s-a dovedit atât de folositor în accentuarea ideii despre „lumea de dincolo” a religiei. Cele două aspecte — aspectul popular, revoluționar, apocaliptic al religiei, cu viziunea unei judecăți de apoi și a unei împărății a lui Dumnezeu chiar în timpurile noastre, precum și concepția, mult mai favorizată de clasele de sus, despre o lume de apoi imaterială — străbat întreaga istorie a creștinismului până în ziua de azi. ^{2.42a}

Ar fi însă greșit să considerăm, oricât de firesc era acest lucru pentru vremea lui Gibbon, că prăbușirea economică sau culturală a civilizației clasice s-ar fi datorat creștinismului. Cauzele acestei prăbușiri, după cum s-a arătat mai înainte, au fost lăuntrice. Totuși, biserica, care avea să joace rolul dominant în „epoca întunericului” și în tot evul mediu, a determinat în mare măsură caracterul culturii pe care a instaurat-o în locul celei antice. Biserica a fost singura instituție centralizată a lumii clasice care a supraviețuit vremurilor tulburi ce au urmat căderii Imperiului roman în Apus. De altfel, ea pătrunsese, cu mult înainte de căderea definitivă a imperiului, departe dincolo de vechile lui hotare, convertind locuitori a numeroase țări din Europa, din Irlanda și până în Caucaz, și răspîndindu-se mult și în Asia. Într-o măsură nemaiîntîlnită din timpurile Egiptului vechi, cultura și chiar literatura au rămas limitate numai la cler. Biserica, pe lângă funcțiile ei spirituale, a luat asupra ei sarcina de a se îngriji de educația tineretului și de administrație, iar la începutul evului mediu și de legi și de medicină.

Organizarea ecleziastică

Nu este o întâmplare că biserica a supraviețuit imperiului, deoarece bazele ei politice și economice erau mult mai solide. Începînd de fapt ca o mișcare revoluționară — care, ce-i drept, avea ca obiectiv lumea cealaltă, dar era, totuși, fățiș antagonistă administrației civile —, ea și-a format curînd, în scopul autoapărării, o organizație strînsă, avînd în parte un caracter economic. Această organizație, la în-

ceput prin bătrînii ei — *prezbiteri*, preoți — și slujitorii lor — *diaconi*, — ținea un contact personal cu fiecare creștin în parte, pe al cărui sprijin se putea bizui într-o măsură în care nici un slujbaş imperial n-ar fi putut să opere.

Mai târziu, în secolul al II-lea, cînd biserica și-a lărgit rîndurile, a fost necesară o formă superioară de organizare, care să ia măsuri pentru ca disputele pe chestiuni fie doctrinare, fie personale să n-o scindeze în nenumărate grupuri distincte. S-a creat o organizație paralelă cu aceea a statului, folosindu-se adeseori aceiași termeni, ca : *ecclesia*, *basilica*, *diocese*. Inspectorii au devenit *episcopi*, iar mai târziu cei mai importanți și mai influenți dintre ei au ajuns mari *patriarhi* — ai Ierusalimului, Romei, Constantinopolului, Alexandriei și Antiohiei. Au trecut secole pînă cînd episcopul Romei să reclame pentru sine supremația, ca sfînt părinte, papă, vicar al lui Dumnezeu pe pămînt, Pontifex Maximus (adică cel mai mare constructor de poduri — pe vremuri numai al aceluia de peste Tibru, acum însă de la pămînt la cer).^{3.1a}

În secolul al III-lea, biserica creștină, deși încă nu cuprindea decît o mică parte din populație, era organizația politică cea mai puternică, mai răspîdită și mai influentă din imperiu. Persecuțiile cele mai crîncene n-au reușit s-o dărîme. În secolul al IV-lea a devenit împedecă singurul mijloc de a salva imperiul era recunoașterea oficială a creștinismului și transformarea lui în religie de stat, iar Constantin, încă în anul 312, cu mult înainte de a trece la creștinism, a luat această măsură hotărîtoare.

Sfîrșitul păgînismului

Biserica, ajungînd la putere și dispunînd atît de capacitatea de a ocroti, cît și de aceea de a pedepsi, a atras în scurt timp de partea ei pe păgîni, cel puțin la orașe. În orice caz, aceștia au opus o foarte mică rezistență. Pe atunci, cultul zeilor olimpici nu prezenta prea multă importanță, fiind menținut doar din tradiție pentru a imita clasa dominantă. În ce privește filozofia, aproape fiecare școală putea fi regăsită în doctrina creștinismului. Ceea ce biserica nu putea încă să tolereze erau filozofiile oficial independente de revelația creștină ; totuși, de obicei nu le suprima direct. Uciderea matematicienei Hipatia n-a avut caracter politic, ci s-a datorat fanatismului călugărilor. Pentru sfîrșitul științei clasice, mult mai tipică a fost închiderea școlilor filozofice din Atena de către marele împărat creștin Iustinian în anul 529 e. n. Ultimilor profesori li s-a îngă-

duit să plece la noua universitate a împăratului persan Chosroes, la Jundișapur (p. 189). Dar atmosfera de acolo li s-a părut prea străină, așa că împăratul i-a trimis înapoi, cu condiția să nu li se facă nici un rău.

Pentru viitor, mult mai mare importanță a prezentat convertirea la creștinism a filozofului cunoscut acum sub numele de Ioan Filopon (aprox. 530 e. n.), care a avut loc cam în aceeași vreme. El s-a convertit de bunăvoie și, trecînd la creștinism, s-a alăturat unui fel de partid al „acțiunii creștine” din Alexandria. „Filoponienii”, sau „iubitorii de tulburări”, se ocupau în special cu „lupta împotriva profesorilor păgîni și atacau din cînd în cînd ultimele temple ale zeilor egipteni”. Pînă la urmă, el a mers prea departe, devenind un hipertrinitarian, un eretic triteist. Combătînd filozofia păgînă, Filopon a avut chiar îndrăzneala să nege teoria mișcării a lui Aristotel, elaborînd „teoria impulsului”, care, susținută într-o oarecare măsură de arabi și de scolastici (p. 222), a dus mai tîrziu, datorită lui Galilei, la apariția dinamicii moderne (p. 294).

5. 3. Dogma și știința

De fapt triumful creștinismului a însemnat că, începînd din secolul al IV-lea, în Apus și, pînă la apariția islamismului, și în Răsărit, toate domeniile culturii, inclusiv știința, au trebuit să fie conforme cu dogma creștină și, pe măsura trecerii timpului, au rămas tot mai mult în competența exclusivă a clerului. Între secolele al IV-lea și al VII-lea, în întreg Imperiul roman pe cale de dispariție, istoria gîndirii este istoria gîndirii creștine.

În primele timpuri ale creștinismului, știința și învățătura erau asociate cu detestatele clase de sus păgîne și de aceea erau privite cu suspiciune. Această atitudine nu s-a menținut însă mult. Pentru biserică, mesajul uman al lui Iisus nu mai era suficient din momentul în care începuse să aspire la dominația culturală. După cum se constată din evanghelia lui Ioan, care oglindește cultul pentru cuvîntul divin, misticul *logos* — platonismul — începuse să se infiltreze la temeliile creștinismului, și de fapt, într-o formă mai diluată, acest lucru s-a manifestat destul de vădit și în epistola lui Pavel. ^{2.42a}

Ortodoxismul și erezia

Părinții bisericii, în special Origen (aprox. 185—253 e.n.), coleg de școală cu Plotin, întemeietorul neoplatonismului, și-au propus să încorporeze în dogma creștină păr-

tile mai acceptabile ale filozofiei antice. De altfel, o bună parte din această filozofie își găsisese locul, în mod inconștient, în cadrul acestei dogme. Sarcina era totuși destul de anevoioasă, în mare măsură din cauză că filozofia pe care se bazează Vechiul testament (p. 108) este extrem de contradictorie. Evident că aceasta a dus la controverse, fiecare parte susținând că este ortodoxă și acuzând-o pe cealaltă de erezie. Marile dispute și erezii din secolele IV—V, care au dezbinat creștinismul răsăritean — acelea ale arienilor, nestorienilor și monofiziților —, au pornit în mare măsură de la divergențe în interpretarea ideilor neoplatoniste cu privire la natura sufletului și a legăturii sale cu corpul coruptibil sau incoruptibil.

Formal, aceste dispute erau soluționate de sinoade ale episcopilor, ceea ce presupunea o bază democratică a bisericii; de obicei însă hotărîrea se dădea în favoarea acelei părți care reușea să câștige sprijinul împăratului. Marea erezie ariană din secolul al IV-lea cu privire la natura divinității a fost soluționată tocmai în felul acesta de sinodul de la Niceea din anul 325. Acolo Atanasie și-a impus implacabilă sa dogmă a trinității. Triumful ei n-a fost însă consolidat decât după aproape două secole, când Iustinian a înfrînt pe goșii arieni.

În secolul al V-lea s-a ajuns la un compromis între credință și filozofie, realizat de Augustin (354—430); acest compromis era un fel de amestec între tradiția scripturii și platonism, cu o puternică nuanță de predestinare, provenind din experiența lui maniheeană (p. 193), care avea să obsedeze apoi neconștient creștinismul, și mai ales puritanismul. Aici era inclusă ideea esențială a lui Zoroastru despre conflictul cosmic dintre bine și rău (Ormuz și Ahri-man), împreună cu ideile asociate despre diavol și focul iadului. Compromisul augustinian neputînd dăinui, a urmat o erezie după alta, iar eforturile pentru a le înăbuși au trebuit să fie mereu înnoite în tot cursul evului mediu (p. 216), pînă cînd a triumfat Reforma.

Conceptiile filozofice pe care se baza teologia, deși dădeau loc la dispute, puteau să fie totuși ușor asimilate de o religie a lumii de apoi, în timp ce științele bazate pe experiență nu aveau acest caracter. În primul rînd, nu se simțea în nici un fel că ar fi nevoie de ele pentru a obține mîntuirea, iar în al doilea rînd, prin simplul fapt că depinzînd de simțuri, științele știrbeau valoarea revelației. Pentru a se ajunge la înlăturarea acestei atitudini față de știință trebuiau să treacă multe secole, și aceasta s-a putut produce

numai în condiții economice și sociale cu totul diferite de acelea ale Imperiului roman în declin.

În toate aceste dispute religioase, științele naturii reprezentau o victimă sigură. Filozofia clasică, în special în perioada ei de sfârșit, era destul de absurdă. Vechiul și Noul testament n-au fost niciodată destinate să interpreteze natura. Ele conțin însă interpretări mitice și filozofice din toate epocile, începînd cu cele mai vechi regate babilonene, fiind pline deci de contradicții lăuntrice.^{2.42a} A încerca să îmbini filozofia cu scriptura este o sarcină care sfidează rațiunea și este fatală oricărei înțelegeri limpezi a naturii. Credința și rațiunea nu pot fi împăcate, prezentînd-o pe cea dintîi ca o alegorie sau denaturînd-o pe a doua; în ambele cazuri, gîndirea cinstită este descurajată.

Este o modă acum de a preamări biserica pentru că ar fi păstrat știința antichității pînă în timpurile noastre. Faptul că știința a supraviețuit, după cum se va arăta în lucrarea de față, s-a datorit însă succeselor ei în interpretarea lumii reale, acolo unde credința a eșuat. Ea a supraviețuit în ciuda și nu datorită eforturilor seculare de a o subordona credințelor învechite și contradictorii. După cum vom vedea în fiecare caz în parte, pînă la controversa asupra evoluționismului darvinist (p. 486), acceptarea unor soluții evidente a fost ani și ani întîrziată numai din cauza imposibilității de a le pune în concordanță cu cartea Facerii. Spunînd toate acestea, nu vrem să aducem vreo învinuire bisericii sau preoților, care la vremea lor aveau intenții bune, în concordanță cu concepțiile lor, ci numai acelor care în ziua de azi ar trebui să se orienteze mai bine. Dacă știința a înaintat încet în lumea creștină pînă la Renaștere, aceasta s-a datorat, în primul rînd, nu bisericii, ci condițiilor economice care au făcut din ea, timp atît de îndelungat, un dușman al instrucțiunii. În condițiile feudalismului, progresul științei nu putea fi mai rapid.

5. 4. Reacția față de elenism

Știința în Siria și în Egipt

Erezia ariană a fost urmată de multe altele. Două dintre ele — a nestorienilor și a monofiziților — prezintă o importanță deosebită, deoarece au dat un impuls hotărîtor unei mișcări naționale antieleniste în Egipt și Siria, au ajutat știința să se răspîndească în întreaga Asie și au pregătit calea pentru triumful islamului. După ce creștinismul a devenit religia oficială a imperiului, era inevitabil ca mișcările latente pentru independența națională sau regională să

se grupeze în jurul ereziilor. În ce au constatat ereziile nu mai prezintă prea mult interes. În anul 428 e.n., călugărul sirian Nestor a susținut că Maria n-ar trebui să fie numită „maica domnului“, deoarece a fost mama lui Iisus numai în ce privește natura omenească, nu și cea divină. El a fost condamnat de sinodul de la Efes (431 e.n.) și mii de preoți, călugări și laici sirieni, care îi împărtășeau concepțiile, au suferit de pe urma persecuțiilor. Susținându-l pe Nestor, ereticii sirieni au aruncat o sfidare fățișă detestatei guvernări bizantine, afirmându-și totodată sentimentele lor naționale împotriva slujbașilor greci și a claselor de sus. Persecuțiile au fost prea crunte pentru a li se putea opune rezistență înăuntrul frontierelor imperiului, astfel că mulți nestorieni au trecut granița în Persia, unde știința și arta erau în floare, mulțumită sprijinului acordat de regii Sasanizi. Cu toate că în Persia religia oficială era cea a lui Zoroastru, au fost bine primiți, datorită cunoștințelor lor medicale și astronomice, și au fost instalați în apropierea curții regelui, la Jundișapur, unde au construit un observator celebru. Călugării nestorieni au pătruns în întreaga Persie, au făcut prozeliti și au întemeiat biserici până de parte în China.

Șaisprezece ani mai târziu, *Eutihie* din Alexandria (378—454), în dorința sa de a înlătura erezia nestoriană, a mers până la a declara că natura umană și cea divină a lui Hristos este una și aceeași. Această erezie a unei naturi unice, monofizită, a fost categoric condamnată de sinodul din Calcedon (451 e.n.), datorită presiunii imperiale. Întregul cler egiptean și numeroși adepți din Siria și din Asia Mică ai acestei erezii au sfidat interdicția. Creștinii din Egipt și din Abisinia au rămas monofiziți până în ziua de azi.

Monofiziții persecutați au fugit în Persia, unde s-au certat cu nestorienii. Au renunțat și ei cu desăvârșire la elenism și au întemeiat o știință în limba siriană, urmărind scopuri teologice. Aceasta a atras după sine traducerea în limba siriană a celor mai importante opere filozofice grecești, creînd în felul acesta primul vlăstar independent al științei grecești.^{3.27} Aceste realizări au coincis cu un puternic avînt economic în Siria, care a dus la pătrunderea negustorilor sirieni, ca rivali victorioși ai grecilor, în întreaga regiune mediteraneană și chiar și în Britania și în întinse regiuni ale Asiei.

Înflorirea culturii indiene

În cursul celor 500 de ani care au urmat după prăbușirea Romei, centrul vieții științifice s-a mutat la răsărit de Euftrat. Secolele V-VII au reprezentat o perioadă de mare progres cultural nu numai în Persia și Siria, ci și în India. Sub ocrotirea puternicelor dinastii Chalukia și Rasttrakuta, budismul perimat a fost înlocuit printr-un hinduism renăscut, căruia îi stau mărturie mărețele temple din Elefanta și Ellora. De asemenea — și aceasta prezintă o mare importanță pentru întreaga lume — în India a avut loc o nouă dezvoltare a științei, mai ales a matematicilor și astronomiei, legate de numele a doi învățați — Ariabhata și Virahamihira — în secolul al V-lea, și al lui Brahmagupta în secolul al VII-lea. Aici temelia a fost știința elenistică, cu câteva adăugiri directe din știința babiloniană^{2.35} și, probabil, din cea a Chinei*.

Numerele indiene. Zero

Cam în aceeași epocă, în India s-a obținut o nouă realizare hotărâtoare: s-a pus la punct un *sistem de numerație* bazat pe *marcarea poziției cifrelor* și utilizarea semnului zero, care formează sistemul aritmetic al așa-numitelor *cifre arabe moderne*. Datorită acestui sistem, calculul a devenit ceva care poate fi învățat de orice copil. Este semnificativ că acest sistem este menționat în Apus pentru prima oară în anul 662, de către Severus Sebockt, un episcop monofizit din Siria. Un alt sirian, Iov din Edesa (aprox. 800), după ce stabilește o corespondență între nouă degete și cele nouă coruri ale îngerilor (p. 227), explică într-un stil foarte fantezist de ce zero este rotund, în felul următor: ^{3.25}

„Numărătoarea formează în mișcarea sa un fel de cerc închis. Din această cauză, anticii au inventat ca un prim semn pentru acest număr (zece), spațiul (gol) dintre degetul arătător și degetul cel mare, care are o formă circulară. Într-adevăr, când numerele pe care le avem ajuns la zeci ele se opresc, apoi se întorc înapoi și în acest chip cresc la infinit”.

Elemente ale culturii eleniste, incluzând atât știința, cât și arta, au pătruns în această perioadă, împreună cu budismul, în China și chiar în Japonia. Acolo ele s-au îmbinat cu o veche cultură chineză, care mai era încă în dezvoltare și a cărei contribuție la principala direcție de dezvoltare a tehnicii și științei avea să vină ceva mai târziu (p. 230 și urm.).

Cultura Bizanțului

Luate în ansamblu, secolele VI—VII, departe de a fi fost cele mai întunecate din „epoca întunericului”, au constituit

o perioadă de progres a civilizației pe scară mondială, în care moștenirea greacă a făcut să se nască pretutindeni o nouă artă și un nou mod de gândire. Cu anumite rezerve, acest lucru este valabil chiar și pentru Imperiul roman de răsărit, cu capitala la Constantinopol, care a devenit aproape în întregime grec. Acolo, sub împărați ca Iustinian (aprox. 482—565), a avut loc o puternică reînflorire a artei și tehnicii, după cum se poate vedea din mozaicurile și arhitectura bisericii Sf. Sofia. Dar, cu toate că tradiția filozofiei și științei elene a fost păstrată în cultura bizantină, acesteia i-a lipsit puterea de a se dezvolta, fapt care s-a datorat, în parte, obscurantismului clerical. Iustinian a închis școlile filozofice din Atena tocmai la insistențele acestui cler, însă mai ales ca urmare a faptului că tradiția greacă era moartă pe pământul ei de origine. Ea mai era respectată, însă nu mai prezenta interes și nu avea nici o legătură cu realitățile curente ale rivalităților monastice, intrigilor de palat ori curselor de care de pe hipodrom.

Transmiterea culturii clasice

Prăbușirea civilizației clasice, ca și aceea a vechii civilizații din văile fluviilor, cu 2 000 de ani înainte n-a reprezentat nicidecum un dezastru complet pentru știință. Noua civilizație, care a înlocuit-o treptat, s-a eliberat de unele îngrădiri care opriseră mai înainte progresul început cu atâta avânt în prima parte a perioadei antice. Totuși, cele două perioade de tranziție se deosebesc printr-un factor foarte important. În timp ce între cultura civilizațiilor primitive și aceea a Greciei n-a existat decît o continuitate în foarte mică măsură conștientă și fără nici un fel de simțămînt de înrudire sau de respect, între cultura clasică și cea a Siriei, a islamului, a evului mediu și, mai mult încă, a Renașterii din Europa a existat o continuitate bazată pe documente scrise și pe un puternic simțămînt de participare la moștenirea culturilor antice. Firul principal al tradiției nu s-a pierdut, de fapt, niciodată; în tot cursul evului mediu, musulmanul și creștinul au avut acces, în aceeași măsură, la operele multora dintre gânditorii de seamă ai timpurilor clasice. Aceste opere, ca și multe altele, au fost puse la dispoziția unui public mult mai larg, în timpul Renașterii, prin intermediul tiparului.

Ar fi o greșeală, firească pentru vremea Renașterii, însă de neiertat astăzi, să se creadă că tot ce s-a petrecut în această epocă a constituit o simplă reîntoarcere la cultura clasică, oprită în dezvoltarea ei, sau chiar însușirea celor mai bune realizări ale ei. Ceea ce s-a întîmplat a fost cu

totul altceva și de o mult mai mare însemnătate. Civilizațiile care au preluat moștenirea științei clasice au trebuit să facă eforturi mari ca să nu fie înăbușite de ea. Am văzut în capitolul precedent starea de lîncezeală în care ajunsese activitatea științifică chiar în Răsărit. Totuși, mai exista vastul bagaj de cunoștințe din cărțile autorilor antici, care se găseau la dispoziția oricui avea dorința sau priceperea să le citească. Sirienii și arabii, iar după ei scolastici medievali și umaniștii Renașterii au trebuit să urmărească acest tezaur pas cu pas, mergînd, pînă la originalele grecești, rezistînd, așa cum au putut, ispitei de a accepta ceea ce nu înțelegeau drept cunoștințe sacre și misterioase ale anticilor. Faptul că au reușit totuși să absoarbă și să transforme aceste cunoștințe s-a datorat nivelului înalt de dezvoltare a propriei lor culturi. Însăși descoperirea operelor anticilor a fost mai degrabă efectul decît cauza avîntului impetuos al activității culturale care a caracterizat începuturile științei islamice în secolul al IX-lea, ale științei medievale în secolul al XII-lea și ale științei Renașterii în secolul al XV-lea.

Aceste progrese s-au realizat mai ușor, deoarece, în fiecare stadiu, noua cunoaștere acoperea un domeniu mult mai întins de preocupări științifice decît cea veche. Cultura clasică din ultima ei perioadă era limitată atît din punct de vedere social, cît și geografic. Din punct de vedere social ajunsese să fie un apanaj aproape exclusiv al claselor de sus, devenind astfel abstractă și livrescă, întrucît snobismul intelectual, adînc înrădăcinat, le interzisese oamenilor învățați accesul la enorma bogăție de cunoștințe practice, fixate în tradițiile meșteșugarilor aproape neștiutori de carte. Una dintre cele mai mari realizări ale noii mișcări care a culminat cu Renașterea a fost ridicarea prestigiului meșteșugarilor și sfărîmarea barierelor dintre aceștia și lumea cultă.

Răspîndirea geografică a culturii clasice s-a limitat în mare măsură la țările din bazinul mediteranean și din Orientul Apropiat. Caracterul complet al acestei culturi a constituit o barieră în folosirea fondului comun de mijloace tehnice și de idei provenind de la culturile vechi ale Indiei și Chinei. O dată cu prăbușirea Imperiului roman s-a deschis drumul unor schimburi și influențe mai largi între culturi.

5. 5. Mahomed și ascensiunea Islamului

Acestor factori de înlăturare a barierelor avea să li se alăture curînd apariția bruscă și răspîndirea rapidă a unei noi religii mondiale. Barierele formate de limbă, religie și stat, care pînă în secolul al VII-lea restrînseseră fiecare cultură

la propriul ei teritoriu, au fost dintr-o dată înlăturate pe aproape întreaga arie de răspîndire a civilizațiilor antice, de la Ind pînă la Atlantic. Apariția islamului, deși determinat, în privința formei sale, de caracterul personal al lui Mahomed, n-a fost cîtuși de puțin un fenomen inexplicabil și nici măcar cu desăvîrșire unic. Declinul puterii Imperiului roman nu i-a știrbit prestigiul, care i-a supraviețuit mult timp; el n-a zdruncinat de asemenea influența religiei populare a creștinismului, care a ajuns treptat predominantă în imperiu, întinzîndu-se mult mai departe decît aceea a bisericii și a credinței oficiale. Cu toate acestea, spre deosebire de Europa nordică, unde nu fusese cunoscută vreo altă cultură și unde puterea romană nu mai inspira de mult teamă, popoarele de la periferia răsăriteană a imperiului erau foarte puțin înclinate să adopte creștinismul, prea mult identificat în ochii lor cu o guvernare străină, ostilă și asupritoare. În același timp însă, nici zoroastrismul oficial al Persiei și nici zeii locali ai triburilor arabe sau africane nu puteau rivaliza cu conținutul creștinismului, coerent din punct de vedere logic și atrăgător din punct de vedere emoțional. Era pregătit terenul pentru apariția unor noi religii profetice și sintetice, cu o bază populară și înglobînd din creștinism atît cît puteau să admită fără ca astfel să ajungă să se supună bisericii creștine sau să-i accepte doctrina.

Prima dintre aceste încercări, misiunea lui Mani din accolul al III-lea, s-a bucurat de un succes trainic, însă limitat. Mani susținea că el este al treilea și cel din urmă profet, după Zoroastru și Hristos, aducînd un mesaj de mîntuire eternă pentru *aleșii predestinați* și mîngîiere în această viață pentru credincioșii care-i slujesc pe acești aleși. Mani a murit ca un martir în anul 276, iar adepții săi au fost persecutați în Persia; influența lor s-a răspîndit însă în Răsărit pînă în China și în Apus pînă în Provence, iar unele dintre doctrinele lor, în special aceea a predestinării, pătrunzînd în creștinism prin cel mai eminent prozelit al lor, Augustin, aveau să reapară din nou în calvinism (p. 261).

Misiunea lui Mahomed, apărînd între anii 622 și 632 în rîndurile triburilor arabe puternice și în plină expansiune, care n-aveau de înfruntat decît imperiile slăbite și în curs de destrămare ale Bizanțului și Persiei, avea mult mai mari perspective de succes. Totuși este aproape de necrezut că o asemenea realizare a fost înfăptuită de un singur om. Mahomed i-a înlăturat pe vechii zeii ai triburilor, înlocuindu-i cu un singur dumnezeu, Alah. Islamul adresa o chemare frățască tuturor oamenilor, avea un ritual propriu, simplu, dar exigent, o teologie redusă la monoteism pur și oferea credinciosului o speranță sigură într-un paradis ac-

cesibil. Toate acestea au fost cuprinse într-o carte poetică, Coranul, care nu reprezenta numai rezultatul unei inspirații, ci era și un manual de ritualuri, morală și drept, care a prescris atunci și mai prescrie și astăzi practicile religioase, aceleași pentru săraci și bogați.

În islam n-a existat nici biserică, nici preoți; era nevoie doar de o curte pentru rugăciunile în comun (*masgid*, mecet sau moschee) și pentru cititorii Coranului, *imami*, care erau în același timp predicatori și interpreți ai legii. Islamul a fost de la început o religie scrisă. Coranul este și acum cartea sfântă pentru toți musulmanii. Califul era urmașul venerat al profetului, fiind la început și conducătorul civil; tăria religiei n-a constatat însă în autoritate, ci în comunitatea religioasă largă a credincioșilor. Evoluția politică a primului regat religios a urmat la început fostul model roman sau bizantin al unei curți bogate și luxoase, sfîșiată de intrigi și depinzînd tot mai mult de o gardă pretoriană de sclavi străini, de obicei turci. Aceasta a dus la dezmembrarea lumii musulmane, în cursul următoarelor două secole, în principate feudale din ce în ce mai numeroase, care aveau să devină o pradă ușoară pentru nomazii de pe cîmpurile întinse și chiar pentru cruciații prost organizați, dar războinici. Pe de altă parte, religia islamică avea o bază solidă în popor și astfel a supraviețuit tuturor relelor guvernări și subjugărilor prin care a trecut. Mai mult încă, așa cum s-a întîmplat cu creștinismul în Nord, islamul avea să-și convertească cuceritorii și să se răspîndească pe o mare parte din Asia și Africa, unde a menținut o cultură coerentă, care, fără a fi progresat vreodată, dăinuiește și în timpurile noastre.

Ascensiunea islamului a fost bruscă. În decurs de cinci ani de la moartea lui Mahomed în anul 632, armatele adepților săi au înfrînt în mod decisiv atît armatele romane, cît și pe cele persane. După aceasta, timp de mulți ani, n-a mai existat nici o forță care să le fi rezistat. Pînă în secolul al VIII-lea, adepții săi și-au extins cuceririle din Asia centrală pînă în Spania. Posesiunile romane din Asia și Africa, cu excepția Asiei Mici, se găseau în mîinile lor, ca și întregul Imperiu al Persiei, care se întindea pe vaste teritorii din Asia centrală pînă în India. Începînd din această perioadă, în cea mai mare parte a acestei uriașe regiuni avea să ființeze o cultură comună, o religie comună și o limbă literară comună, iar timp de cîteva secole și o guvernare comună, precum și schimburi comerciale libere. Pentru o perioadă mult mai lungă, religia și pelerinajul au asigurat învățaților și poezilor trecerea liberă din Maroc și pînă în China.

Renaterea arabă

Efectul imediat a fost un puternic imbold imprimat culturii și științei. Arabii nu erau străini de civilizație. Ei își aveau propriile lor orașe și îndepliniseră o funcție esențială în organizarea comerțului răsăritean al Imperiului roman. Ușurința cu care și-au extins cuceririle dovedește că n-au făcut altceva decât să preia civilizația orășenească a bazinului Mediteranei, cu consimțământul efectiv al locuitorilor. În acea vreme, puțini dintre aceștia erau dispuși să lupte pentru menținerea unui guvern imperial, care nu făcea decât să le stoarcă impozite din ce în ce mai grele în vederea întreținerii unui aparat de stat din ce în ce mai inefficient. Faptul că în acea perioadă religia oficială era creștinismul mai mult a stingherit decât a ajutat rezistența populațiilor din provinciile asiatice și africane ale Imperiului, în bună parte eretice și aflate mai la adăpost de persecuții sub califii arabi decât sub împăratul creștin.

Arabii, preocupați doar să-și asigure venituri de la magnati și slujbași, nu țineau cîtuși de puțin să se amestece în treburile interne ale regiunilor sau orașelor. Întreaga administrație a califatului Omeiazilor din Damasc era exercitată de slujbași greci, folosind limba greacă. În consecință, n-a existat un sistem economic specific islamic. Există pur și simplu o economie urbană de tipul celor din ultima perioadă clasică, conducerea militară fiind rezervată la început numai arabilor, iar mai târziu, ca și la Roma, putînd să încapă pe mîinile oricărui aventurier norocos. Sclavagismul n-a dispărut, dar, din lipsă de sclavi disponibili, s-a redus în mare măsură la folosirea lor la treburile casnice. Acolo unde erau folosiți în număr mare sclavi, aveau loc revolte în masă; cea condusă de negrul Zanj de la minele de sulf din Golful Persic s-a dovedit la fel de primejdioasă ca revolta lui Spartacus din vremea romanilor. Pămîntul era lucrat de *raiale*, care, de fapt, aveau o situație de iobagi. Aceștia se revoltau și ei destul de des. Revolta antifeudală a carmațienilor a durat peste 100 de ani.

O dată cu intensificarea comerțului, negustorii au ajuns să aibă o importanță relativ mai mare decât în ultima perioadă clasică. În fond, unitatea islamului a contribuit mult la dezvoltarea comerțului, prin faptul că a restabilit vasta sferă de acțiune pe care Imperiul roman o pierduse în cursul tulburărilor din ultimii săi ani și, în același timp, prin aceea că a extins-o și a descentralizat-o. Pe întreaga suprafață a imenselor teritorii cucerite de musulmani de la Cordoba la Buhara, n-a existat nici un centru de care

să fie legată economia noului imperiu, cum s-a întâmplat cu Roma. Mecca a fost totdeauna un centru religios și nu un centru politic, economic sau cultural. În schimb, nu numai că orașe vechi ca Alexandria, Antiohia și Damasc au prins un nou suflu de viață, dar totodată au apărut pretutindeni noi orașe feudale, după același model, în-deosebi noile mari capitale Cairo, Bagdad și Cordoba. Toate aceste orașe au păstrat legături permanente între ele, iar produsele lor variate au format o bază de dezvoltare atât pentru comerț, cât și pentru tehnică.

Afară de aceasta, orașele islamului nu erau izolate de restul lumii răsăritene, ca cele ale Imperiului roman. Islamul a devenit focarul științei asiatice și europene. Rezultatul a fost că în patrimoniul comun a intrat o nouă serie de invenții, cu totul necunoscute și inaccesibile tehnicii grecești și romane. Printre acestea sînt oțelul, mătasea, hîrtia și porțelanul. La rîndul lor, acestea au stat la baza unor noi progrese, care au dat impuls Apusului spre marea sa revoluție tehnică și științifică din secolele XVII—XVIII.

Renașterea științei clasice

Nici pe plan intelectual nu s-a produs o întrerupere completă a continuității. La început, dar nu și mai târziu, religia islamului a exercitat înrîuriri mult mai puțin paralizante asupra gîndirii umane decît creștinismul. În perioada cînd a apărut islamul, păgînismul sau filozofia nu mai reprezentau nici o primejdie pentru credință. După secolul furtunos al cuceririlor, chiar și conducătorii islamului au început să fie viu interesați de vechea știință a grecilor și să preia și cultura lor proprie, în măsura în care aceasta nu era în contradicție cu Coranul.

Acest impuls imprimat de influențele străine a coincis cu căderea dinastiei Omeiazilor din Damasc și cu venirea la putere, în anul 749 e.n., a Abbasizilor, care, deși nu erau ei înșiși persani, depindeau de sprijinul persan și care au acordat libertate învățaturii și științei tradiționale ale acestui popor vechi și civilizat*. Învățații persani, evrei, greci, sirieni, cum și alți cîțiva din țări mai depărtate, s-au întîlnit în noua capitală, Bagdad. Acolo și în Jundișapur a început traducerea în limba arabă a principalelor opere ale științei grecești.^{3:27} Aceste traduceri erau efectuate fie direct din limba greacă, fie, de cele mai multe ori, din limba siriană, iar lucrările au fost subvenționate, chiar de la început, de califi și de aristocrație. Califul Al-Mamun a înființat chiar un birou de traduceri. Dar el-Hikhma, unde marii învățați Hunain Ibn-Isaac și Thabit Ibn-

Khurra au tradus în limba arabă cele mai multe dintre lucrările lui Aristotel și Ptolemeu. Ei au tradus, de asemenea, multe cărți persane și indiene, însă acestea n-au mai fost traduse și în latină, rămânând necunoscute în Apus.

Aproape toate cărțile traduse erau de știință și de filozofie, întrucât, lucru destul de firesc, pe arabi nu-i interesa prea mult istoria grecilor. În ce privește literatura dramatică și poezia greacă, acestea aveau relativ puțin de oferit unui popor care posedă el însuși o bogată sursă de legende și o poezie vie. Tocmai acestei concentrări a interesului i se datorește în mare măsură faptul că, atunci când cultura arabilor a ajuns să fie transmisă la rîndul ei Apusului, la început s-a limitat numai la știință și la filozofie. Științele umaniste au fost redescoperite, în cea mai mare parte, direct de la autorii greci și latini abia în timpul Renașterii. Faptul că științele naturii și cele umaniste au intrat în cultura modernă pe căi atît de diferite constituie un factor important în dezvoltarea științei și a contribuit mult la crearea barierei dintre științele naturii și cele umaniste, barieră care persistă pînă în ziua de astăzi.

5. 6. Știința în țările islamice

Este greu de apreciat valoarea contribuțiilor reale aduse la tezaurul de cunoștințe de către învățații arabi. Desigur că învățătura grecilor i s-a dat o viață nouă, ea nefiind doar transmisă fără nici o schimbare. De fapt ea a fost supusă unui proces asemănător aceluia prin care a trecut învățătura Orientului vechi în mîinile grecilor, deși în acest caz filiația, mult mai directă, a fost recunoscută. Întrucît învățații din țările islamului n-aveau nici o afinitate emoțională cu vechile legende ale grecilor, ei au abordat învățătura elenă de pe o poziție mult mai detașată decît aceea pe care ar fi putut s-o aibă grecii înșiși. Citind lucrările științifice ale învățaților arabi, te izbește, în tratarea problemelor, spiritul raționalist pe care noi îl asociem cu știința modernă. Pe de altă parte, musulmanii au fost deopotrivă de atrași, dacă nu chiar mai mult decît atît, de aspectele mistice ale filozofiei clasice din ultima ei perioadă, mai ales de neoplatonism. La început ei n-au putut deosebi neoplatonismul de doctrina lui Aristotel, dat fiind că în lucrările acestuia fuseseră introduse unele falsificări ca „Teologia lui Aristotel” și „Taina tainelor”. O bună parte din această confuzie mistică a fost transmisă prin ei și învățaților din evul mediu. Un alt factor care avea să țină în loc nu numai știința arabă, dar și pe cea a scolasticilor medievali a fost

respectul exagerat față de lucrările grecilor și, mai ales, față de cele ale lui Platon și Aristotel. Contopirea misticii numerelor a lui Platon cu ierarhizarea calității a lui Aristotel a reprezentat o amplificare a absurdității, din care știința arabilor nu s-a mai putut descurca niciodată. Este totuși interesant de observat că, deși cele două mari mistificări ale științei primitive, astrologia și alchimia, au fost cultivate și de arabi, cele mai mari figuri ale științei islamice, ca Al-Kindi, Razes și Avicenna, au respins categoric afirmațiile absurde ale acestor pseudoștiințe.

Poziția socială a oamenilor de știință în perioada inițială a culturii islamice nu s-a deosebit esențial de aceea de la sfârșitul perioadei clasice. O dată cu venirea la putere a dinastiei Abbasizilor a existat o scurtă perioadă între anii 754 și 861, sub califii Al-Mansur, Harun al-Rașid, Al-Mamun și chiar sub piosul Al-Mutawahkil, în care știința a fost încurajată cum nu mai fusese de pe vremea începuturilor Muzeului din Alexandria. Califii Omeiazi din Cordoba (928—1031 e.n.) și micii emiri care le-au urmat în Spania și Maroc n-au dat dovadă de mai puțină bunăvoință și, chiar în perioada de decadență a culturii musulmane, cîrmuitori ambițioși ca Saladin, Mahmud din Ghazni și Ulug-beg din Samarkand erau mîndri de rolul lor de ocrotitori ai științei. Afară de aceasta, negustori și slujbași bogați, ca familia persană a Barnecizilor (750—803 e.n.) și cei trei frați Musa (aprox. 850 e.n.), au sprijinit pe oamenii de știință, iar unii dintre ei s-au ocupat personal de știință. Acest fundal laic și comercial al științei islamice a deosebit-o mult de știința creștinătății medievale, care era aproape exclusiv religioasă. Ea semăna mult mai mult cu știința Renașterii. Ocrotirea din partea curților regale și a oamenilor bogați a dat posibilitate medicilor și astronomilor islamului să efectueze experiențele și să facă observațiile pe care le doreau. Tot datorită acestei situații — atîta vreme cît ea a durat — ei au fost apărați de mînia bigoților religioși, care se temeau că toată această filozofie ar putea să zdruncine credința în Alah.

O asemenea asociere a științei cu regii, cu negustorii bogați și cu nobilii a constituit la început sursa tăriei ei, dar, în cele din urmă, a slăbiciunii ei, întrucît, pe măsură ce timpul trecea, știința ajungea să fie cu totul izolată de popor, care se îndoia că sfetnicii învățați ai celor mari ar pune la cale vreun lucru bun. Astfel savanții deveneau o pradă ușoară pentru fanatismul religios. Atîta vreme cît orașele și comerțul au înflorit, a existat o clasă mijlocie cultă destul de numeroasă, interesată ca știința să progreseze și care îi asigura libertatea de acțiune și dezvoltare.

Când însă orașele și comerțul au ajuns în declin, oamenii de știință s-au transformat tot mai mult în niște învățați răătăcitori, depinzând de soarta schimbătoare a dinastiilor locale. Chiar și cel mai mare dintre ei, Ibn-Sina (Avicenna), nu s-a aflat niciodată în deplină siguranță. El a slujit mai multor sultani din Persia și Asia centrală, uneori ca medic, altori ca vizir. La Hamadan a fost nevoit să simuleze o boală pentru a scăpa de răsculați, care îi cereau capul. Ibn-Haldun (1332—1406), ultimul dintre marii gânditori musulmani, era un refugiat din Sevilla, silit să intre în slujbă oriunde ar fi găsit-o. În acel timp, el a trebuit să ducă tratative cu Pedro cel Crud din Spania și cu Tamerlan din Siria, care se oferiseră să-l angajeze în serviciul lor.^{3.24} (p. 731.)

Caracteristicile științei islamice

Oamenii de știință ai islamului în general au adoptat și sistematizat cunoștințele din ultima parte a perioadei clasice. Ei au nutrit prea puțină ambiție să le îmbunătățească și cu atât mai puțin să le prelucreze fundamental. Așa cum a exprimat Al-Biruni (973—1048), „trebuie să ne mărginim la cele cu care s-au ocupat anticii și să perfecționăm ceea ce poate fi perfecționat”.^{3.3.378} Deși oamenii de știință se specializau în diferite domenii ale științei, aceasta din urmă forma o unitate cimentată prin filozofie. Ea cuprindea cele două discipline gemene, astronomia și medicina, unite printr-o astrologie mai mult sau mai puțin admisă, care făcea legătura între marea lume exterioară, sau universul, — *macrocosmul* —, și mica lume lăuntrică a omului, *microcosmul*. Filozofia ca atare era socotită suspectă; era greu să fie pusă de acord cu Coranul. Desigur că unii învățați musulmani pioși au încercat s-o facă, dar ortodocșii dezaprobau astfel de încercări. Cartea lui Al-Ghazali (1058—1111) „Nimicirea filozofilor” a constituit un avertisment cu privire la absurditatea acestei încercări. În ciuda răspunsului plin de vervă al lui Ibn-Roșd (1126—1198), istețul Averroes, dat în „Nimicirea nimicirii”, avertismentul a rămas valabil și a impus în mod inevitabil doctrina a două adevăruri: un adevăr spiritual, superior, și un adevăr rațional, inferior, care în cele din urmă le-a făcut pe amândouă sterile în țările islamice, la fel cum s-a întâmplat și la grecii creștini. Eșecul final al încercării de a asocia știința cu trăsăturile durabile ale religiei musulmane a constituit, probabil, o cauză principală a veștejirii acesteia în ultimele secole ale islamului, care, în ce privește cultura și gândirea, a început să stagneze.

În cursul celei mai înfloritoare perioade a științei islamice, în secolele IX-XI, aceste considerente nu aveau încă o pondere prea mare. De fapt, se poate presupune că unii dintre cei mai mari oameni de știință considerau religia ca ceva ce trebuia admis așa cum era și care nu avea de ce să se amestece în cercetările științei laice. De altfel, unitatea științei a fost asigurată și de o tradiție enciclopedică, care a îndrumat pe toți marii scriitori islamici și pe un număr de scriitori mai mici să compună tratate voluminoase, ca lucrarea „Tratat de astronomie” a lui Al-Fargani (Alfraganus) (m. aprox. 850) și marile colecții medicale „Howi, Liber Continens” de Razes (865—925), „Canon” de Avicenna și „Colliget” de Averroes, folosite încă drept manuale în Europa în secolul al XVII-lea.

Această tendință spre enciclopedism a fost deosebit de prețioasă, deoarece, incluzînd pe un plan vast cunoștințele științifice obținute în alte țări, știința islamică a căpătat o anumită superioritate față de aceea din timpurile clasice. Arabii nu numai că au putut să folosească tradiția astronomică și matematică a Mesopotamiei, a cărei continuitate nu se întrerupsese din timpurile babilonene, dar au folosit conștient și cunoștințele Indiei vechi și, într-o măsură mai mică, pe acelea ale Chinei.

Matematica

Interesul central care a fost acordat astronomiei, datorită implicațiilor ei filozofice și astrologice, a atras după sine reînnoirea interesului pentru matematică, deoarece astronomia era aproape singurul domeniu de aplicații ale matematicii și stimula studiul atât al geometriei, cât și al analizei. În acest domeniu, matematicienii arabi, datorită în bună parte influenței babilonene și indiene, au obținut rezultate deosebit de însemnate. Știința calculului numeric, care în matematica greacă (p. 155) a apărut târziu, o dată cu Diofant, a fost dezvoltată în continuare datorită aplicării pe scară largă a sistemului indian de numerație, care era cunoscut, dar puțin folosit înainte, de sirieni. Acest procedeu tehnic a avut aproape același efect asupra dezvoltării aritmeticii ca descoperirea alfabetului asupra scrierii.

Pîna atunci, aritmetica, în afară de ceea ce se putea calcula pe degete sau pe abace, reprezenta o taină pe care numai oamenii cei mai învățați o puteau înțelege. Cu cifrele arabe, ea a devenit accesibilă oricărui om cu știință de carte; numerația arabă a democratizat matematica. Arabii au asimilat, de asemenea, lucrările unei serii de matematicieni indieni cu privire la mijloacele de a lucra cu mărimi necunoscute, ceea ce noi

numim *algebră*. Cuvântul însuși vine de la titlul marelui tratat al lui Al-Horezmi „Hisab al-Jabr w-al-Muqabalah”, adică „Reconstituire și reducere”, ca metodă de rezolvare a ecuațiilor. Arabii au dat, de asemenea, o largă dezvoltare unui alt domeniu de mare importanță atât pentru astronomie, cât și pentru măsurări topografice, acela al *trigonometriei*.

Astronomia

În *astronomie*, arabii au continuat tradiția greacă, acceptând, fără o critică pătrunzătoare sau vreo schimbare radicală, concepțiile lui Ptolemeu (p. 156), al cărui „*Almageste*” („*Megalos syntaxis*”) l-au tradus. Dacă n-au adăugat nimic teoriei, ei au continuat în schimb, fără nici o întrerupere, observațiile astronomice începute încă de antici. În special, observatorul de la Harran (oraș caldeean de adoratori ai stelelor) s-a menținut până în timpurile dinastiei Abbasizilor, cercetătorii fiind apărați împotriva amestecului islamic datorită legendei că ar fi cărturari sabeeni. Dacă s-ar fi produs o întrerupere, astronomii Renașterii n-ar fi avut în urma lor aproape 900 de ani de observații, iar descoperirile cruciale pe care se bazează știința modernă ar fi fost făcute poate mult mai târziu sau de loc.

Geografia

Geografia a rămas pentru oamenii de știință musulmani ceea ce fusese și pentru greci, adică o ramură specială a astronomiei. Totuși, pe când în domeniul teoretic ei au realizat doar un mic progres, în domeniul practic au reușit să adauge la cunoștințele grecilor contribuții atât de mari, încât au pus bazele geografiei moderne a Asiei și Africii de nord. Această realizare ei o datoresc întinderii mai mari a lumii islamice și caracterului descentralizat al culturii sale (se puteau întâlni oameni învățați de la Fez până la Samarkand), precum și lungilor călătorii pe care le întreprindeau negustorii și pelerinii la Mecca. Negustorii au pătruns cu mult dincolo de țările islamului. Călători învățați ca Al-Masudi (900—957) au mers des în Rusia și în Asia centrală, în întreaga Indie și în China, iar mulți din ei au scris relatări bine sistematizate și judicioase despre călătoriile lor. Ei au premers astfel cu mult descrierile pline de legende și de minuni ale geografilor medievali ai Europei. În remarcabila sa carte despre India, Al-Biruni a dat nu numai o descriere a caracteristicilor fizice ale Indiei, ci și o expunere privind sistemul ei social, credințele religioase și realitățile științifice ale acestei țări, într-un mod care n-a mai fost egalat până în secolul al XVIII-lea. Geografia n-a fost numai

descriptivă, ci și metrică. Califul Al-Mamun (833) a dat dispoziții să se efectueze două măsurători separate pentru un grad de latitudine, performanță care n-a mai fost repetată decât în secolul al XVI-lea de Fernel în Franța (p. 278). Au fost întocmite hărți și tabele maritime, iar unele instrumente astronomice au fost folosite în navigație.

Medicina islamică

Ca și astronomia islamică, medicina islamică a fost o continuare directă a celei grecești. La acest fond tradițional s-a adăugat, totuși, cunoașterea unor noi boli și medicamente, devenită posibilă datorită răspândirii geografice mai întinse a islamului. Medicii, nu numai musulmani, ci și evrei, au studiat un număr mare de boli și s-au ocupat totodată de probleme privind efectele climei, igiena și dietetica, fără a neglija arta practică a gătitului. Fiind în serviciul cîrmuitorilor și al negustorilor bogați, prestigiul medicilor era foarte ridicat, ca și nivelul lor intelectual. Marii medici islamici, ca Razes și Avicenna, erau în mod obligatoriu oameni cu vaste cunoștințe, mergînd de la astronomie — aplicată în scopuri astrologice — prin botanică pînă la chimie, necesară la alegerea și prepararea medicamentelor. Faptul că aproape toți învățații islamului erau medici, și încă medici practicieni, a avut o influență importantă, însă nu suficient recunoscută, asupra concepțiilor lor științifice și filozofice.

Optica

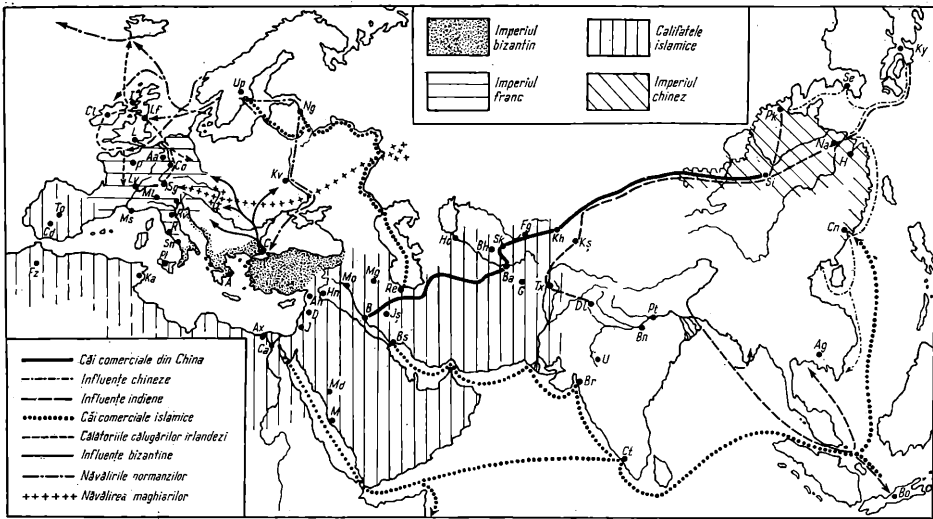
O ramură mult dezvoltată a medicinei a constituit-o studiul bolilor de ochi, probabil din cauza largii lor răspîndiri în țările din deșert și de la tropice. Tratatamentul chirurgical al bolilor de ochi a dus la o nouă concentrare a interesului asupra structurii ochiului. Acest lucru avea să dea medicilor arabi, pentru prima oară, o adevărată înțelegere a dioptricii (p. 157), în sensul modern de studiu al trecerii razelor de lumină prin corpuri transparente, și de aici să ducă la întemeierea *opticii* moderne. Cristalinul ochiului avea să indice modul de folosire a *lentilelor* de cristal sau de sticlă pentru mărit și citit, mai ales pentru cei în vîrstă. Sistemul de montare a acestor lentile în rame, care a dus ulterior la crearea de ochelari, a apărut mai tîrziu (p. 241). „Tezaurul opticii“ al lui Ibn Al-Haitham (Alhazen) (aprox. 1038) reprezintă prima tratare științifică temeinică a acestui subiect. Pe ea s-a bazat apoi întreaga optică medievală (p. 224) și, deși a fost îmbunătățită, pînă în secolul al XVII-lea n-a fost depășită. Lentilele reprezintă prima ex-

tindere a aparatului senzorial al omului, așa cum folosirea mecanicii a extins capacitatea sa motrică. Lentila avea să constituie prototipul pentru lunete, microscopae, aparate fotografice și alte instrumente optice de 'mai târziu. Chiar dacă medicii arabi n-ar fi făcut nimic altceva decât să întemeieze optica, contribuția lor în știință ar fi fost deosebit de importantă.

Inceputurile chimiei științifice

Totuși, domeniul în care medicii, parfumorii și metalurgiștii musulmani au adus cea mai mare contribuție la progresul general al științei a fost acela al chimiei. Succesul lor în acest domeniu s-a datorat, în bună parte, faptului că erau eliberați într-o măsură considerabilă de prejudecățile de clasă care i-au ținut pe greci departe de artele manuale. Din tratatele lor se constată o cunoaștere nemijlocită a metodelor de laborator privind mînuirea medicamentelor, sărurilor și metalelor prețioase. Arabii n-au fost primii chimiști, ci au lucrat pe baza tradițiilor și practicilor adînc înrădăcinate în civilizațiile egipteană și babiloniană, care fuseseră raționalizate numai într-o mică măsură de greci. Ei au putut, totodată, să folosească (într-o măsură care este greu de stabilit) vastele cunoștințe de chimie ale indienilor și chinezilor.^{3,4} Spre deosebire de astronomie și mecanică, chimia se bazează pe numeroase experiențe cu un mare număr de substanțe și procese. Chimia poate deveni o știință numai dacă rezultatele acestor experiențe pot fi sintetizate, iar pe baza acestor sinteze poate fi alcătuită o teorie atotcuprinzătoare, conținînd principii generale. Acest lucru a fost realizat de arabi, ceea ce justifică pretenția lor la titlul de întemeietori ai chimiei.

Instalația de distilare, fără care este de neconceput progresul chimiei, fusese descoperită mai înainte, într-o formă mai primitivă de *kerotakis* sau *alambic* (*ambix*) (p. 159), însă chimiștii arabi i-au adus îmbunătățiri substanțiale, folosind-o la distilarea pe scară largă a parfumului^{2,10} (fig. 5). Dacă n-ar fi existat prohibiția Coranului cu privire la vin, arabii ar fi putut face următorul pas de cotitură, distilînd alcoolul. După cum se pare, acest pas a rămas să-l facă creștinii. Marele număr de noi metode tehnice apărute, dintre care distilarea este numai una, n-au fost lăsate, așa cum s-a întîmplat cu majoritatea metodelor din timpurile clasice, să-și croiască drum bizuindu-se numai pe tradiții meșteșugărești. Ele au fost examinate și discutate de cei mai competenți medici și filozofi. În consecință, a devenit posibil pentru prima oară să se abordeze în mod rațional problema transformărilor chimice. Cu toate



HARTA 2. LUMEA ÎN PERIOADA DE TRECERE LA FEUDALISM, 550—1150 e.n. (cap.5)

Această hartă arată legătura dintre apariția diferitelor centre ale civilizației și configurația aproximativă a teritoriilor imperiilor, așa cum se prezentau la mijlocul secolului al VIII-lea e.n. Influența mănăstirilor bizantine și irlandeze s-a produs mai înainte, la începutul secolului al VIII-lea. Incursiunile normanzilor și maghiarilor au avut loc mai târziu, spre sfârșitul secolului al IX-lea. Orașele indicate, mai ales în Asia Centrală, sînt centre comerciale și științifice.

As-Aachen. Ax-Alexandria. Ag-Angkor. An-Antiohia. A-Aterna. B-Bagdad. Ba-Balkh. Bs-Basra. Bn-Benares. Bo-Borobudur. Br-Broach. Bh-Buhara. Ca-Cairo. Cl-Calcutta. Cn-Canton. Cl-Clonmacnoise. Co-Colonia. C-Constantinopol. Cd-Cordoba. D-Damasc. Dl-Delhi. Fg-Fergana. Fz-Fez. G-Ghazni. H-Hancijou. Hn-Harran. Ho-Horezm. I-Iona. J-Jerusalem. Js-Jundisapur. Ka-Kairoan. Ks-Kasgar. Kh-Khotan. Kv-Kiev. Ky-Kyoto. Lf-Lindisfarne. L-Londra. Ly-Lyon. Mg-Maragha. Ms-Marsilia. M-Mecea. Md-Medina. MI-Milano. Mo-Mosul. Na-Nankin. Ng-Novgorod. Pl-Palermo. P-Paris. Pt-Patna. Pk-Pekin. Rv-Ravenna. Re-Rei. R-Roma. Sg-St. Gallen. Sn-Salerno. Sk-Samarkand. Se-Seul. Si-Sian. Tx-Tarila. To-Toledo. U-Ujain. Un-Uppsala. V-Venetia.

atatea, din cauza caracterului lor mai complex, nu s-a mai putut folosi acea analiză simplă care era întrutotul suficientă în mecanică sau astronomie.

Conceptiile din chimie își au originea mai curînd în actuala metodă de gîndire bazată pe analogie, care ține în seama de științele biologice sau de cele sociale *. În chimie există o dualitate fundamentală — despre care știm acum că se datorește insuficienței sau excesului de electroni —, ilustrată de metale și de metaloizi. Există indicații că această dualitate a fost sesizată pentru prima oară de chinezi, care încă din timpurile preistorice au folosit cinabrul roșu ca înlocuitor magic al elugelui și l-au descompus în elementele sale, sulful și mercurul. Prin identificarea acestor elemente cu principiile generalizate masculin și feminin, Ian și In, ele însele de origine totemică, secta daoistă a elaborat o teorie a alchimiei din care s-au născut, probabil, mai întîi alchimia indiană și apoi cea arabă. Inițial, aceasta a constituit o metodă de preparare nu atît a aurului, cît a elixirului vieții.

Arabii au adoptat această teorie despre mercur-sulf și au extins-o. ^{3.38 ; 3.40} Ea avea să devină sîmburele teoriei spagirice a lui Paracelsus (p. 272) și, prin intermediul acestuia, mai întîi al teoriei flogisticului și apoi al chimiei moderne. Primele scrieri par a fi fost pierdute sau, poate, încorporate în doctrina pseudoaristotelică despre emanațiile uscate și umede ale Pământului, folosită pentru a explica originea mineralelor. Conceptii asemănătoare i s-au atribuit lui Jabir (Geber), despre care se presupune că și-a desfășurat activitatea în secolul al VIII-lea și că ar fi întemeietorul chimiei arabe. Oricum ar fi, în lucrările lui Al-Razi (Razes), unul dintre cei mai mari medici arabi, se găsește neîndoieľnic o amplă expunere referitoare la substanțele și la procesele chimice. Viitorul chimiei avea să depindă, de fapt, de prima producție pe scară largă, în industriile chimice locale din țările islamice, a unor mărfuri de consum ca soda, alaunul, calaicanul (sulfat de fier), salpetrul și alte săruri, care puteau fi exportate și utilizate — în special în industria textilă — în lumea întreagă. ^{3.38 ; 5.4}

Moștenirea științei arabe

Din această simplă trecere în revistă nu se poate vedea de cît în mică măsură cît de mare și de importantă a fost contribuția musulmanilor în știință. Deși știința musulmană reprezintă o continuare directă a științei grecești, aceasta din urmă n-a fost pur și simplu reanimată, ci și dezvoltată. Atît prin activitatea lor intensă, cît și prin strădania de a găsi izvoare mai vechi și mai bine documentate, învățații musulmani au salvat știința greacă din starea de decadență în care căzuse în

ultima perioadă a Imperiului roman. Ei au creat o știință viguroasă și în continuă dezvoltare, chiar dacă aceasta nu se ridică din nici un punct de vedere la înălțimea speculațiilor filozofilor ionieni ai naturii sau dacă nu egalează imaginația geometrică a școlii alexandrine. Utilizând experiența țărilor neelenice, ca Persia, India și China, învățații musulmani au reușit să lărgască baza îngustă a științei matematice, astronomice și medicale grecești, să pună bazele algebrei, trigonometriei și opticii. Progresele decisive ale științei musulmane s-au produs în domeniul chimiei sau al alchimiei. În acest domeniu învățații musulmani au transformat vechile teorii și au adăugat noi experiențe, pentru a da naștere unei noi științe cu noi tradiții. Aceste tradiții noi acordau mai multă atenție laturii calitative a fenomenelor și se distingeau printr-un caracter mistic, însă tocmai din această cauză aveau să constituie, timp de mai multe secole, o neprețuită contrapondere față de tradiția astronomică-medicală a grecilor, excesiv raționalistă și matematică.

5. 7. Decăderea culturii islamice

După secolul al XI-lea, deși n-a avut loc un declin vădit al științei, a devenit clar că cele mai frumoase zile ale științei islamice trecuseră. E drept, au mai apărut oameni de știință eminente. Unul dintre cei mai mari, Averroes, a trăit în secolul al XII-lea, altul, Ibn-Haldun, în secolul al XIV-lea, însă ei nu mai fac parte dintr-o mișcare viguroasă și cu o bază largă. Decadența științei reprezintă aici numai un simptom al decăderii politice și economice generale a islamului. De fapt, aceasta a constituit efectul întârziat al aceluiași forțe sociale care au provocat și decăderea culturii clasice. Arăt în țările islamului, cât și în partea de răsărit, care supraviețuise, a Imperiului roman, aceleași inegalități în distribuirea averilor trebuiau să ducă, cu timpul, la prăbușirea economică. Punând stăpânire pe provinciile asiatice ale Imperiului roman, arabii au moștenit și problemele sociale nerezolvate ale acestora o dată cu bogățiile lor. Subjugarea țăranilor și a meșteșugarilor a dus la distrugerea pieței necesare industriei în dezvoltare. Acest rezultat a putut să fie doar amânat prin folosirea considerabilelor resurse acumulate în Imperiul bizantin și prin deschiderea de noi domenii de exploatare comercială în Rusia, Asia centrală și Africa.

În cele din urmă, nici Imperiul bizantin și nici cel islamic n-au reușit să mențină o organizație unică de stat, necesară pentru guvernarea unui teritoriu întins. Prin secolul al X-lea, în amândouă imperiile a început prăbușirea internă, ele ajungând tot mai dependente de eforturile cârmuitorilor unor state mai

mici, mai întâi pe plan militar, apoi și pe plan economic. La începutul cruciadelor, cele două imperii se fărâmițaseră în nenumărate state feudale, care din punct de vedere militar erau inferioare, iar din punct de vedere cultural nu mai erau cu mult superioare celor din Apus. Afară de aceasta, feudalismul din Răsărit era lipsit, după cum vom vedea, de resurse economice, iar în domeniul culturii de optimismul care caracteriza noul feudalism din Apus. Ii lipsea mai ales baza largă pe care o constituia în Occident satul feudal, păstrând vie tradiția vechiului colectiv de trib.

Prăbușirea civilizației islamice a fost, fără îndoială, accelerată de invazia unor noi valuri de barbari din regiunile de stepă. Totuși, dacă țările islamice s-ar fi aflat într-o stare economică înfloritoare, turcii și mongolii n-ar fi reușit nicidecum, numai prin propriile lor forțe, să le invadeze și să le înăbușe efectiv cultura în secolul al XIII-lea.

În condițiile care existau însă, agricultura bazată pe irigație a Mesopotamiei a fost ruinată, în mare parte, prin împletirea proastei conduceri înăuntrul țării cu incursiunile mongolilor, care au împiedicat buna întreținere a canalelor. O dovadă că numai invazia în sine nu constituie o explicație suficientă a declinului țărilor islamice o constituie declinul concomitent al Egiptului și al Africii de nord, unde mongolii n-au pătruns niciodată, precum și faptul că incursiuni asemănătoare în țările cu baze economice mult mai stabile — China și India — n-au avut nici un efect asupra economiilor lor și aproape nici unul asupra culturii lor.

Islamul avea să supraviețuiască — și supraviețuiește și azi ca religie și ca civilizație —, însă nu mai avea să ajungă niciodată la avântul științific care a marcat prima sa înflorire. Echilibrul stabilit în statele mongole și turcești după prăbușirea imperiilor arabe a fost un echilibru în care știința a rămas substanțial înghețată la nivelul pe care-l atinsese în secolul al XI-lea. Cauza aparentă a acestei situații a fost ascensiunea clictii clericale, care avea o influență nefastă asupra filo-

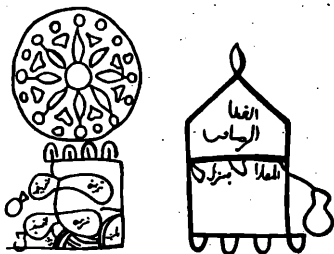


Fig. 5. SCHIȚE DE APARATE DE DISTILAT CU UNUL SAU MAI MULTE TURNURI. Diagrama în formă de roză reprezintă secțiunea plană.

(După Al-Dimschqi, „Cosmography”, citat de E. Wiedemann, în „Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften”, XXIV, Erlangen, 1911.)

zofiei și științei. Dacă ar fi existat însă o nevoie reală în ce privește știința, această cauză nu s-ar fi resimțit mai mult decât în Europa Renașterii. În Răsărit, o dată cu dispariția stimulentele anterioare pentru progres economic, au dispărut și cele ale avântului intelectual. Aceste stimulente ar fi putut să renască mai târziu, însă în perioada în care a început să se resimtă influența lor, așa cum s-a întâmplat în India sub moguli, rolul lor a fost anihilat de realizările superioare în domeniul comercial și militar ale începuturilor capitalismului european.

Roadele științei islamice n-au fost totuși pierdute, deși țările care le-au cultivat n-aveau să se bucure de ele. Într-o măsură mult mai mare decât aceea în care a fost transmisă altor popoare știința greacă, întregul aparat al științei islamice, datele, experiențele, teoriile și metodele au fost predate direct noii științe în ascensiune a economiei feudale. De fapt, dacă această lucrare ar fi o istorie a științei și nu o istorie a influenței ei asupra societății, ar fi fost mai logic să se trateze împreună, ca un capitol al progresului intelectual, întreaga perioadă începând din secolul al VII-lea pînă în secolul al XIV-lea, aproape fără a ține seama de limbile — siriană, persană, hindusă, arabă sau latină — în care au fost scrise cărțile. Deosebirea dintre știința nouă, europeană, a secolului al XVI-lea și aceea a secolului al XIII-lea este mult mai mare decât aceea dintre știința arabă și cea latină în secolul al XII-lea. Atît măreția, cît și limitările științei islamice și a celei creștine din evul mediu sînt determinate de legătura lor cu baza politică și economică a feudalismului, însă acest lucru va fi tratat în capitolul următor.

6. 1. Evul mediu timpuriu în Europa occidentală

În timp ce în imperiile din Răsărit și în țările islamului avea loc o dezvoltare culturală strălucită, cea mai mare parte a Europei suferea încă de pe urma haosului provocat de prăbușirea Imperiului roman și de invaziile barbare. Între secolele V—IX, orașele decăzuseră pretutindeni. În Britania, unde orașele fuseseră întemeiate de străini, ele au dispărut cu desăvîrșire; în Italia, unde avuseseră un trecut milenar, au supraviețuit, dar pe jumătate ruinate și părăsite. Primii stăpînitori barbari — francii și goții în Occident, slavii în Răsărit — au menținut anumite rămășițe ale sistemului imperial, inclusiv comerțul pe scară considerabilă cu obiecte de lux și cu sclavi. Cultura clasică s-a stins încetul cu încetul, lăsînd în urma ei relicve vii, ca de pildă, opera lui Boethius, care a fost un cîntec al lebedei. Noua cultură creștină, care a păstrat scripturi și fragmente din literatura latină și greacă, s-a răspîndit pornind din centre îndepărtate ca Iona^{3.1a} sau Kiev.^{3.21a} Numai imperiul creștin de la Constantinopol, mai mult grec decît roman, a fost în stare să se mențină și să păstreze moștenirea clasică.

Regatele occidentale, deși unificate sub Carol cel Mare, nu au fost în stare să mențină o organizație de stat după modelul roman în fața întreitului atac al normanzilor, ungurilor și sarazinilor. Cu toate acestea, ele n-au fost nimicite și după cîțiva ani au apărut din nou viguroase, dar dezmembrate. Rezistența lor victorioasă a fost realizată pe o bază de apărare și autarhie locală: sistemul feudal. După consolidarea acestui sistem (cam după anul 1000), refacerea a fost rapidă. Aceiași

factori care mai înainte ținuseră în loc dezvoltarea Europei occidentale — pădurile și solurile greu de lucrat — au contribuit la accelerarea progresului odată pornit. Începînd din secolul al X-lea, avantajele economice ale Europei s-au făcut tot mai simțite. Ele erau, în primul rînd, de natură agricolă și se bazau pe faptul că pămîntul și clima s-au dovedit a fi prielnice pentru culturi neirigate, după ce au putut fi învinse dificultățile tehnice legate de tăierea pădurilor și de desțelenirea pămînturilor greu de lucrat (p. 168, 232). Răsăritul islamic era, dimpotrivă, în cea mai mare parte o regiune secetoasă. Din această cauză pămîntul era supus uscării și eroziunii crescînde, fapt care a avut urmări dezastruoase atunci cînd a intervenit și decăderea organizației de stat, singura în măsură să întrețină sistemele de irigație și să țină în frîu consecințele nefaste ale unor metode agrotehnice defectuoase.

În Europa occidentală nu exista necesitatea unei astfel de organizații pe scară largă ; aici se cerea doar un efort local și nu unul național. Pornind chiar și de la un stadiu de extremă dezorganizare, economia ei se putea reface sat cu sat. Încet, dar irezistibil, s-a ridicat o nouă civilizație, care avea să întrecă curînd pe cele dinaintea ei, pe temelia solidă a unui pămînt bogat, fertil și bine lucrat. Totuși, numai regiunile occidentale și nordice ale Europei au putut să beneficieze un timp mai îndelungat de aceste avantaje. Depărtarea și, mai mult încă, pădurile lor le-au salvat de ultimele invazii ale popoarelor asiatice de păstori. În secolul al XIII-lea, tătarii au pustiit statul Kievului, care atinsese un nivel de civilizație foarte înaintat. Acest corespondent bizantin al Sfîntului imperiu roman franc al lui Carol cel Mare n-a fost complet desființat, dar a trebuit să se refacă din mlădițele sale în pădurile nordice. Ca urmare, statul rus a intrat în arena istoriei, sub denumirea de Marele Principat al Moscovei, cîteva secole mai tîrziu decît occidentul Europei. Aceași soartă a avut-o și sud-estul Europei, în secolele XIV—XV, cînd regatele slave din sud, iar pînă la urmă și Bizanțul, au fost subjugate de turci.

Lumea creștinătății medievale a fost, așadar, o lume foarte restrînsă. Coloana ei vertebrală se întindea din Italia, prin Franța de răsărit, pînă în Anglia ; spre răsărit, ea cuprindea numai Renania și Țările de Jos ; spre apus, Gasconia și Catalonia. Dar chiar și în această regiune realizările cele mai caracteristice erau concentrate numai în cîmpiile agricole bogate, bine udate de ape, din Flandra, Normandia, Champagne, precum și în bazinul Parisului și în comitatele din sudul Angliei. Formele economice medievale, arhitectura și progresele științei medievale au înflorit mai întîi tocmai în țara francilor, chiar în Île de France, al cărei centru era Parisul. Celălalt mare centru cultural, Italia, și în special Lombardia și Toscana, a fost

prea mult pătruns de influența lumii clasice pentru a aduce contribuții atât de palpabile ; avea să-i vină rîndul în ultima perioadă a evului mediu și în timpul Renașterii. (harta 3, p. 249) *.

6. 2. Sistemul feudal

Spre deosebire de economia sclavagistă a timpurilor clasice care a precedat-o și de economia capitalistă care i-a urmat, economia întregii perioade dintre secolele al V-lea și al XVII-lea poate fi calificată ca feudală (p. 180). Cu toate acestea, numai în Europa, începînd din secolul al XI-lea și pînă în secolul al XIV-lea, *sistemul feudal* apare ca deplin dezvoltat, întregit cu organizarea sa politică și religioasă, precum și cu arta și cunoașterea corespunzătoare. ^{3.20 **}

Baza economiei orînduirii feudale era pămîntul. Întreaga economie se sprijinea pe producția agricolă locală, consumată în mare măsură local, și pe o producție meșteșugărească fărîmițată. Unitatea economică a orînduirii feudale o constituie *satul*, în care cîteva zeci de bărbați și de femei, cei mai mulți înrudiți, își împărțeau între ei pămîntul și munca, deținînd toate bunurile în cea mai mare parte în comun ; nu erau prea departe, prin felul lor de a gîndi, iar uneori chiar și prin originea lor, de vechile grupări gentilece. Ei practicau, în special în ținuturile nordice, asolamentul extrem de simplu cu trei sole. Pămîntul era împărțit în loturi individuale. În afară de pămîntul arabil, satul avea și păduri și pășuni. Țăranii erau subordonați unei ierarhii de seniori, laici sau clerici, cu suzeranii acestora, episcopi și regi, care recunoșteau puterea nominală a împăratului și a papii. Fiecare senior putea să stăpînească unul sau mai multe sate, sau să aibă pămînt în mai multe sate. Iobagii din aceste sate erau obligați să muncească pentru a-l întreține pe senior, și pentru a se întreține pe ei înșiși. În această obligație de servitute feudală, adică de muncă impusă prin forță sau prin datină sprijinită pe forță, constă deosebirea dintre exploatarea feudală și sistemul muncii salariate din capitalism. Cît despre deosebirea dintre feudalism și sclavajul antic aceasta constă în faptul că obligația de a-l întreține pe senior era impusă unor țărani care cultivau loturi de pămînt aflate în posesiunea lor.

Teoretic vorbind, dependența feudală nu era cu totul unilaterală. În schimbul muncii prestate de țărani se presupunea că seniorul le acordă protecție, însă acest lucru trebuie înțeles mai degrabă în sensul protecției acordate de gangsteri, deoarece pericolul cel mai frecvent împotriva căruia trebuia să-i apere îl constituiau atacurile altor seniori. Singura datorie a unui nobil senior consta în a lupta pentru suzeranul său atunci cînd i se cerea, cu toate că putea să lupte și împotriva acestuia dacă

aşa găsea de cuviinţă. În ce priveşte restul timpului, el nu avea de făcut altceva decât să mănânce şi să vîneze. Singura datorie a seniorului clerical era să se roage. De obicei, îndeplinind această îndatorire, el reuşea să consume la fel de multe produse ale muncii ţăranilor săi ca şi fratele său laic. Din lipsa unor mijloace de transport adecvate pentru aprovizionare, înalta nobilime laică sau clericală, împreună cu slugile ei, trebuia, de fapt, să colinde pe rînd moşiile sale, rămînînd în fiecare atîta timp cît avea ce să mănânce. Nici chiar regele nu-şi putea îngădui să stea prea mult timp în acelaşi loc, ci era nevoit să călătorească cu curtea sa de colo pînă colo, aşa cum fac astăzi circurile.^{3.39} Nobilimea şi clerul în orînduirea feudală duceau în fond o viaţă total parazitată pe socoteala ţăranilor. Dar acest parazitism era organizat cu abilitate şi chibzuinţă. Administratorii latifundiilor, laice sau clerice, se pricepeau foarte bine să stoarcă de la iobagi toată vloga lor.^{3.39}

Faptul că, fără să fi existat un comerţ dezvoltat şi o organizare pe scară largă, a fost posibil să se întreţină o clasă parazitată care, împreună cu slugile ei, se ridica la aproximativ 10% din populaţie dovedeşte că economia satului feudal era departe de a fi fost primitivă. Deşi, prin forma ei socială, economia feudală reprezintă o reîntoarcere la economia sătească premergătoare împărţirii societăţii în clase, această reîntoarcere s-a făcut la un nivel tehnic mai înalt, cu o largă întrebuintare a fierului, cu pluguri, atelaje şi războaie de ţesut mai bune şi cu folosirea unor instalaţii mecanice care să economisească braţe de muncă, ca, de pildă, moara. Pe cînd în antichitatea clasică realizările tehnicii erau concentrate în oraşe, producţia de pe latifundiile lucrate de sclavi fiind destinată plutocraţiei formate din comercianţi şi latifundiari, care trăiau mai mult la oraşe, în perioada feudalismului realizările tehnicii au fost larg răspîndite în regiunile rurale, dînd pretutindeni un surplus de produse. Sistemul feudal a constituit deci, atît din punct de vedere tehnic, cît şi social, o bază mult mai solidă pentru promovarea progresului decît plutocraţia antichităţii clasice.

În acelaşi timp, sistemul feudal a fost prea divizat ca teritoriu, lipsindu-i mult centralizarea necesară pentru a sprijini realizarea rapidă a acestui progres. Ceea ce putea să facă şi, de altfel, a şi făcut, mai ales din secolul al XI-lea şi pînă în secolul al XIII-lea, a fost să cuprindă şi teritoriile necultivate şi înţelenite din Europa. Răspîndirea cultivării pămîntului a reprezentat singura cale pe care s-a putut dezvolta economia feudală fără a-şi pierde caracterul specific. La aceasta au contribuit atît nobilii, cît şi clericii, interesaţi să-şi extindă proprietăţile şi puterea. Adeseori acţiunea lor a fost sprijinită chiar de iobagi, care puteau să obţină condiţii mai bune în noile teritorii. Spre sfîrşitul secolului al XIII-lea, această expansiune a mers mult

pea departe, provocînd o gravă criză economică din care feudalismul nu și-a mai revenit cu adevărat niciodată.

Între timp, înăuntrul sistemului feudal au început să se dezvolte alte forme economice, bazate pe comerț și pe producția de mărfuri orășenească. Aceste forme aveau să distrugă economia feudală, sfărîmînd gospodăria ei naturală. La început însă ele au putut să se adapteze sistemului feudal, care avea să mai dureze încă două secole în Britania și Flandra și un timp și mai îndelungat în restul Europei. Economia feudală însăși a fost în mare măsură un rezultat al dezorganizării produse de prăbușirea economiei clasice, precum și de invaziile barbarilor și de tulburările provocate de aceste evenimente. O dată ce situația s-a stabilizat și războiul a căpătat doar un caracter întâmplător, au început să se afirme din nou tendințele spre forme de organizare mai puțin nemijlocit legate de pămînt.

Orașele medievale

Orașele au început să se dezvolte din nou³⁻³¹, mai întîi în regiunea mediteraneană — sudul Italiei, Provence și Catalonia — unde suferiseră mai puțin la începuturile evului mediu, iar curînd după aceea și în Renania, Țările de Jos și Lombardia, unde surplusul agricol era mai mare. Prin secolul al XI-lea, orașele s-au consolidat în aceste regiuni. În secolul al XII-lea ele se aflau în curs de dezvoltare și în nordul Franței, în Anglia și în Germania, la răsărit de Rin. Pe măsură ce se dezvoltau, orașele luptau pentru a se emancipa de îngrădirile impuse de biserică și de instituțiile feudale. În Germania și în Italia, unde puterea de stat centrală era mai slabă, au devenit, de fapt, orașe-state independente. În Franța și în Anglia au rămas subordonate puterii regale, nu însă și celei feudale. Aceste orașe trăiau din schimbul noilor mărfuri manufacturiere, produse de breslele meșteșugărești în orașe, pe surplusul de alimente dat de economia feudală. La început, populația orașelor reprezenta un procent neglijabil din populația totală a țărilor. Nici chiar la sfîrșitul evului mediu, în țările cu orașe mai dezvoltate, ca Italia și Flandra, populația orășenească nu reprezenta mai mult de 5% din populația țării. Cu toate acestea, dezvoltarea orașelor a avut o importanță hotărîtoare, pentru că în cele din urmă de aici avea să se tragă clasa burgheză, care urma să instaureze capitalismul. Orașele în dezvoltare aveau să devină și focarul unei noi științe, cu caracter utilitarist, total diferită de aceea a anticilor.

Totuși, în cea mai mare parte a evului mediu, orașele n-au avut acest rol revoluționar. După ce și-au obținut libertățile necesare, ele s-au integrat foarte bine în economia feudală, cu caracter rural. Această economie nu era însă de loc stabilă. În

prima ei fază, după cum am mai arătat, accentul principal a fost pus pe consolidarea și pe extinderea orînduirii feudale.^{3.51} După secolul al XIII-lea, această orînduire a început să se destrame, nu numai în Italia, unde fusese mai slab consolidată, ci și în centrul ei, în Țările de Jos, în Anglia și în nordul Franței. Această destrămare a avut în general un caracter progresist și nu reacționar. Ea a fost marcată de o creștere a producției nu numai de alimente, ci și de țesături, însoțită de un proces de diferențiere a țărănimii, în cursul căruia țărani înstăriți s-au eliberat de servitutea feudală. Producția de mărfuri a luat locul economiei naturale, ceea ce a avut ca rezultat creșterea importanței comerțului și orașelor. Aceste condiții au dat un impuls și mai mare transformărilor tehnice în producție și transporturi, care aveau să ducă la o eră nouă, aceea a capitalismului.

Impulsul spre inovația tehnică a existat totuși încă de la începutul evului mediu, mai ales în direcția unei mai bune folosiri a pământului și a utilizării într-o măsură crescîndă a mașinilor. Acesta era domeniul în care țăranul și meșteșugarul medieval puteau să tragă foloase din moștenirea procedeelelor tehnice clasice, precum și din aportul adus în această privință de către arabi. După cum s-a mai arătat, se pierduse în mare parte arta producției articolelor de lux și a organizării marilor orașe. Oamenii se puteau lipsi de apeducte și băi, însă problema construirii de mori și de forje a rămas. Agricultură și meșteșugurile practice au continuat să se perfecționeze, după cum vom vedea, prin împrumuturi din experiența Răsăritului și prin invenții autohtone. Perfecționările s-au făcut în direcția înlocuirii acțiunii omului prin acțiunea mecanică ; a înlocuirii forței omului prin forța animală și hidraulică. Este adevărat că tot ce a realizat meșteșugarul medieval ar fi putut realiza și grecii sau romanii. Acestora le-a lipsit însă imboldul necesității, nevoia de a efectua mai multă muncă cu oameni mai puțini.

În cea mai mare parte a evului mediu s-a simțit o lipsă cronică de brațe de muncă. Acest lucru nu s-a datorat numai faptului că nu mai existau numeroasele brațe de muncă ale sclavilor, ceea ce împiedicase progresul tehnic în timpurile clasice. Cauza era mai ales tendința de extindere a cultivării pământului, ale cărei rădăcini se aflau în însăși natura sistemului feudal. Nobilii aveau nevoie de tot mai mult pământ, iar pământul nu era de nici un folos fără țărani, care totdeauna erau prea puțini, mai ales la culesul recoltelor. Desigur că țărani puteau fi forțați să lucreze mai mult și să dea seniorului o parte mai mare din produsele lor, însă pînă la o limită, după cum au dovedit-o în mod convingător rășcoalele țărănești. Aceasta a determinat — mai întîi pe unii seniori și clerici mai întreprinzători, apoi pe negustorii bogați — să caute alte me-

tode de îmbogățire : mori, ateliere textile și exploatare miniere, comerțul exterior. Progresul tehnic a fost lent, fiind ținut în loc de interesele înguste ale nobililor și ale breslelor, însă el n-a putut fi oprit, iar urmările sale aveau să submineze în cele din urmă temeliile sistemului feudal și întreaga orînduire a lumii medievale.

6. 3. Biserica în evul mediu

Sistemul feudal a format baza economică în întreaga perioadă a evului mediu, expresia sa intelectuală și administrativă fiind dată de biserică. Unitatea bisericii și ordinele ei religioase au pus stavilă tendințelor anarhice ale nobililor, asigurînd întregii lumi creștine o bază comună de autoritate. Deși în unele chestiuni particulare se produceau deseori conflicte între împărat și papă, între rege și episcop, fiecare parte recunoștea necesitatea celeilalte pentru menținerea societății. Biserica nu se ridica împotriva orînduirii feudale, ea constituind o parte esențială a acesteia și, de fapt, amîndouă nu puteau fi transformate decît împreună, așa cum avea să o dovedească Reforma.

În perioada de tranziție dinaintea secolului al X-lea, biserica din Apus era preocupată în primul rînd de problema menținerii nivelului cultural atins de ea. Biserica constituia singurul refugiu al civilizației antice împotriva valurilor succesive de barbari — goți, vandali, franci, saxoni și longobarzi —, care, de îndată ce pătrundeau în interiorul Imperiului roman, trebuiau să fie trecuți la creștinism. Mai tîrziu, efortul depus de biserică pentru convertire s-a extins și asupra normanzilor și ungarilor. În toate cazurile, biserica și-a impus dominația, în primul rînd ca moștenitoare a măreției imperiului, folosindu-se de ambiția conducătorilor barbari, de credulitatea și de dragostea de miracole a curții lor. În acest proces era inevitabil ca, la rîndul ei, și biserica să sufere influențe din partea barbarilor. Ea a păstrat manifestările exterioare impunătoare ale religiei, ritualurile, veșmintele, relicvele și miracolele, dar și-a pierdut o bună parte din conținutul ei spiritual inițial. Ceea ce a fost salvat s-a datorat eforturilor unor misiuni mai vechi din îndepărtata Irlandă și Northumbria, unde călugări ca Beda Venerabilul (673—735) și Erigena (aprox. 800—877) au menținut cîte ceva din învățătura și din filozofia clasică. 3.1a

Prima mișcare generală în direcția unei renașteri intelectuale în Europa a fost aceea a lui Carol cel Mare, care, deși el însuși nu știa carte, a înființat în secolul al IX-lea școli la curți ; această mișcare a regresat din cauza noilor invazii ale normanzilor, ungarilor și sarazinilor. Abia în secolul al X-lea, o dată cu reforma călugărească începută la Cluny în

Burgundia, biserica s-a apucat serios de întemeierea unei organizații care să poată controla viața și gândurile tuturor creștinilor de la rege pînă la iobag. Această organizație a fost ea însăși feudală, de fapt de două ori feudală, întrucît nu numai ierarhia bisericească — papii, arhiepiscopii, episcopii și preoții — erau moșieri feudali, dar și clerul monahal, călugării, au acaparat pămînturi pe cont propriu, pe lîngă mănăstirile lor, constituind avangarda expansiunii feudale.

În cursul întregii perioade a evului mediu timpuriu, cel puțin pînă la începutul secolului al XIII-lea, chiar și în Italia biserica a deținut, prin preoții și călugării ei, un adevărat monopol al învățăturii și chiar al științei de carte. Administrația feudală se afla în mîinile clericilor, lucru despre care stă astăzi mărturie cuvîntul englez clerk (funcționar). Acest monopol avea să confere gândirii medievale o anumită unitate, dar totodată avea să-i îngreuească mult perspectivele. Nici gândirea greacă și nici cea islamică n-au fost într-o măsură atît de mare privilegiul unui singur grup de oameni (p. 197).

Atitudinea față de problemele lumești propagată de biserica medievală s-a conturat în zilele negre ale decăderii Imperiului roman. Ea se baza pe concepția că viața în această lume nu este decît o pregătire pentru o viață veșnică în iad sau în rai. Această concepție n-a fost zdruncinată decît treptat, pe măsura incontestabilei îmbunătățiri a condițiilor de viață ale oamenilor, dar ea avea să dăinuiască pînă la Renaștere. De fapt însă biserica s-a preocupat intens de treburile acestei lumi, fiind profund angajată în menținerea ordinii feudale.

Apariția ordinelor călugărești

Interesul pe care-l avea pentru o economie esențialmente rurală a adus biserica, începînd din secolul al XII-lea, în conflict cu interesele societății laice de negustori și meșteșugari din noile orașe. Aceștia și-au exprimat nemulțumirile lor prin erezii, de obicei sub o formă maniheiană sau mistică, susținînd că omul se poate apropia de dumnezeu și fără mijlocirea unei mulțimi de clerici lăcomi și desfrînați. Aceste erezii au putut fi înăbușite cîtva timp prin forță, ca de pildă în marea cruciadă împotriva albigenzilor din 1209. Pe la mijlocul secolului al XII-lea s-a găsit însă o soluție mai bună. Biserica și-a creat un nou mijloc de luptă, folosind niște cerșetori și predicatori autorizați — călugării franciscani și dominicani —, care apăruseră, în parte, ca o expresie a împrejurărilor schimbate, iar în parte tocmai ca o reacție împotriva acestora.

Francisc din Assisi (1182—1226) a oglindit în viața și în predicile sale revolta orașenilor săraci împotriva lăcomiei și bogăției excesive. Doctrina lui s-a bucurat de popularitate, care

a devenit primejdioasă pentru biserică, astfel că a fost necesară întreaga diplomatie papală pentru a împiedica transformarea ei în erezie și lupte civile. Greutăți asemănătoare întâmpină și astăzi biserica în relațiile cu „preoții muncitori” din Franța. Chiar și după ce rezistența franciscanilor „spirituali” a fost înfrântă în 1312, doctrina lor a continuat să acționeze prin Occam (m. aprox. 1349) și Wycliffe (aprox. 1324—1384), pregătind drumul Reformei.

Călugării predicatori dominicani au fost, dimpotrivă, în mod deliberat reacționari de la bun început. Scopul lor mărturisit era folosirea puterii de convingere pentru a opri răspândirea ereziei. Orașenii începuseră să judece și deveneau pe zi ce trece mai culti, astfel încât biserica a trebuit să concentreze împotriva lor întreaga forță a învățaturii ortodoxe. În felul acesta au apărut lucrările filozofice ale lui Albertus Magnus (1193—1280) și Toma d'Aquino (aprox. 1227—1274); de aici se trage și simpatia lor instinctivă pentru Aristotel, marele apărător al ordinii. Cât de eficace a fost această putere de convingere în comparație cu eforturile mai brutale ale cruciadelor și ale inchiziției este greu de apreciat, însă erezia a fost înăbușită timp de vreo 300 de ani.

Cu toate eforturile depuse de călugări, în ultimele două secole ale evului mediu avea să se producă totuși o slăbire simțitoare a bisericii, sub influența orașelor în ascensiune și a creșterii puterii regilor, care se aliau din ce în ce mai strâns cu orașele împotriva nobilimii rurale. Reședința papală a fost mutată cu forța la Avignon în 1309, iar în intervalul dintre 1378 și 1418 biserica a fost scindată între doi sau trei papi. Pentru a se repara această ruptură, conciliile ecumenice au fost investite cu o nouă autoritate. Dar nici acestea n-au izbutit să mențină ordinea și, cu toate că au fost în stare să-l ardă pe rug pe Jan Huss în 1415, adepții acestuia le-au sfidat, menținând un stat național independent în Boemia până în 1526. Totuși, biserica n-a fost slăbită decât ca organizație. În ceea ce privește gândirea științifică și socială, ea își imprimase atât de bine pecetea asupra ei, încât disputele purtate în domeniul politicii și științei în următoarele câteva sute de ani aveau să se desfășoare în cea mai mare parte în termeni religioși.

6. 4. Scolasticii și universitățile

Reînvierea creștinismului occidental, începută în secolul al X-lea, reclama o bază spirituală mai largă decât cea oferită de puținul care fusese salvat din știința clasică, chiar dacă această moștenire era transmisă de gânditori capabili ca Beda și Erigena. Clerul trebuia învățat să gândească și să scrie; drepturile bisericii, spirituale și laice, trebuiau să fie demonstrate

și apărute. La început, această necesitate a fost satisfăcută prin întemeierea de școli pe lângă catedrale, ca acelea din Chartres și Reims. Până în secolul al XII-lea, acestea s-au dezvoltat considerabil, transformându-se în *universități*, unde se țineau cursuri regulate la care se predau cele șapte arte libere, filozofia și, ceea ce era mai important ca orice, teologia. Prima și cea mai celebră dintre ele, Universitatea din Paris, a fost întemeiată, sau mai curînd recunoscută ca atare, prin anul 1160. Ideea unei universități — studium generale — în care toate materiile să poată fi studiate împreună nu era cu totul nouă. În antichitate au existat astfel de școli la Atena și la „Muzeul” din Alexandria; musulmanii au avut secole de-a rîndul școlile lor pe lângă moschei, medresele, unde se predau atît filozofia, cît și religia; de asemenea, încă din secolul al XI-lea exista la Salerno o școală pentru pregătirea de medici. Deși împrumutaseră din experiența tuturor acestor școli, noile universități medievale aveau preocupări mai generale și aveau o formă de învățămînt mai sistematică, astfel că și-au dobîndit curînd un loc special în lumea creștină ca depozitare ale tezaurului culturii. Universitatea din Bologna a fost întemeiată în același timp, dacă nu chiar înaintea celei din Paris; cea din Oxford, de fapt o filială a Universității din Paris, în 1167; cea din Cambridge în 1209. Apoi au fost întemeiate universitățile din Padua în 1222, din Neapole în 1224, din Salamanca în 1227, din Praga în 1347, din Cracovia în 1364, din Viena în 1367 și din St. Andrews în 1410.

Încă de la întemeierea lor, universitățile au fost și au rămas pînă în timpuri relativ recente, în primul rînd, instituții pentru instruirea clerului. Această orientare nu avea mare însemnătate într-o vreme în care clerul deținea monopolul profesiunilor intelectuale și răspunderea pentru întreaga administrație. Ceea ce prezenta importanță atunci era ca clerul să poată învăța și să-și poată însuși cîte ceva din ideile lumii clasice. Învățămîntul consta în prelegeri și dispute, deoarece cărțile erau rare. Această metodă s-a menținut și atunci cînd universităților li s-au adăugat facultăți de medicină. Programul era stabilit pe baza celor șapte arte libere, reprezentînd o sinteză excesiv de simplificată a învățaturii clasice. Primele trei materii, „trivium”, erau gramatica, retorica și logica, avînd drept scop să-l învețe pe student să vorbească și să scrie corect, firește în limba latină. Urma apoi „quadrivium” format din aritmetică, geometrie, astronomie și muzică. Numai după acest studiu se putea aborda filozofia și teologia. Este interesant de observat că studiul de bază era nu numai laic, dar și științific; în această privință s-a urmat modelul școlilor islamice. Dreptul și medicina erau predate în facultăți speciale, dar studiul istoriei și literaturii nu și-a găsit loc în universități. Această omi-

elune avea să prilejuiască în timpul Renașterii reacția umanităților împotriva întregului sistem scolastic (p. 260).

De fapt, acest învățământ dădea foarte puțin sub aspect științific.^{3,2} Din aritmetică se predă doar numărarea; din geometrie primele trei cărți ale lui Euclid; astronomia nu mergea mult mai departe de calendar și de modul de a calcula data paștilor; studiul fizicii și muzicii era minimalizat și influențat de concepția lui Platon. Studiul universitar a avut foarte puțin contact și foarte puțin interes pentru natură și pentru meșteșugurile practice, dar el a cultivat cel puțin dragostea pentru cunoaștere și interesul pentru argumentare. În evul mediu târziu, universitățile, cu puține excepții, ca aceea a Universității din Padua (p. 268), au devenit păzitorii dogmelor tradiționale, transformându-se în piedici în calea oricărui progres cultural; în epoca lor de început însă ele au constituit lucrările vieții intelectuale din Europa.

Influența științei arabe și grecești

În această lume cu o activitate intelectuală atât de restrânsă, dar avidă să cunoască, a pătruns influența științei arabe, care a adus cu sine un șuvoi de cunoștințe clasice mult mai bogate chiar decât cele păstrate în Occident. Începînd cu cîteva lucrări în secolul al XI-lea, acest șuvoi a continuat să crească, luînd forma unui adevărat torent în secolul al XII-lea, cînd majoritatea lucrărilor clasicilor arabi și greci au fost traduse în latină, în cea mai mare parte din arabă,^{3,2} iar unele lucrări ale autorilor greci direct din greacă. Majoritatea traducerilor au fost făcute în Spania, unele în Sicilia. Cruciadele au avut o influență neînsemnată asupra răspîndirii culturii. Această transmitere a culturii a avut un caracter cu totul diferit față de transmiterea culturii în trecut, cu excepția, poate, a schimburilor dintre știința indiană și cea islamică. În acest caz, în loc de transmiterea unor tradiții vechi, aproape moarte, către o cultură nouă și viguroasă, a avut loc transmiterea roadelor unei culturi care abia trecuse de perioada deplinei sale înfloriri. La prima vedere s-ar părea că s-au ridicat dificultăți uriașe în transmiterea unor idei exprimate într-o limbă radical diferită și provenind de la popoare cu credințe religioase nu numai străine, ci și vădit ostile. Totuși, aceste obstacole s-au dovedit fără importanță în comparație cu asemănările fundamentale dintre cultura transmisă de arabi și aceea pe care o posedau dinainte popoarele romanice. De fapt, aceste popoare n-au făcut altceva decât să primească, într-un volum mai mare și din locuri mai apropiate de sursa ei, cultura elenistă care forma baza propriei lor culturi. Amîndouă culturile se înte-

meiau pe aceeași gândire platonice și neoplatonică. Cuvintele erau necunoscute, dar nu ideile.

Pe lângă aceasta, religia islamului avea de rezolvat probleme teoretice asemănătoare cu cele care-i puneau în încurcătură pe creștini : crearea universului, împăcarea dintre credință și rațiune, revelația spirituală sau existența eternă a Coranului, valabilitatea experienței mistice. Duns Scot și Toma d'Aquino aveau să continue disputa angajată mai înainte între Al-Ghazzali și Averroes (p. 199). Din punct de vedere strict științific ar fi logic să se trateze perioada dintre secolele al IX-lea și al XIV-lea ca un efort unitar arabo-romanesc urmărind împăcarea religiei cu filozofia și completarea reprezentării clasice a lumii. Aceasta ar însemna însă să se nesocotească deosebiri de ordin geografic și economic, care aveau să ducă la o deosebire categorică în rezultatele obținute. Într-adevăr, în timp ce în țările islamice s-a ajuns la un compromis care a stăvilit progresul științei, în sînul creștinismului disputa a continuat pînă cînd, sub influența transformărilor economice, întreaga reprezentare a lumii rămasă de la greci a fost distrusă și înlocuită prin alta.

Credința și rațiunea

Încă din secolul al XI-lea, înainte de a se fi resimțit deplina influență a învățăturii arabe, disputele dintre diversele școli s-au orientat spre o problemă centrală : aceea de a face din rațiune o bază a credinței, sau, într-un sens mai îngust, de a împăca scriptura și scrierile sfinților părinți cu logica grecilor. La început, acest lucru părea să fie destul de ușor : Anselm (1033—1109) a demonstrat existența lui Dumnezeu pornind de la ideea de perfecțiune. Amănuntele unei religii raționale s-au dovedit totuși mai greu de elaborat. Abelard (1079—1142) a prezentat de altfel, în lucrarea sa „Sic et non” („Da și nu”), citate cunoscute din scrierile sfinților părinți, care exprimau păreri diametral opuse cu privire la aproape fiecare chestiune esențială. Se părea la început că regăsirea principalelor lucrări ale lui Aristotel în secolul al XII-lea va oferi o îndrumare suficientă pentru rezolvarea acestor probleme. Într-adevăr, reputația sa legendară s-a dovedit mai mult decît justificată cînd s-a putut aprecia vastitatea cunoștințelor și rigurozitatea logicii sale. Afară de aceasta, după cum am văzut (p. 143), doctrinele esențialmente conservatoare ale lui Aristotel fuseseră elaborate inițial pentru a corespunde unei societăți statice, împărțită în clase. Ele n-au avut nevoie decît de unele rectificări ca să fie adaptate unei economii creștine, feudale, în locul unei economii păgîne, sclavagiste.

Primii pași fuseseră făcuți încă de Averroes (p. 199), venerat în tot cursul evului mediu ca un mare comentator ; însă acesta îl respecta prea mult pe Aristotel pentru ca versiunea lui să fi fost ușor de adaptat la revelația creștină. ^{3:10:3-35} Această sarcină a fost adusă la îndeplinire de călugărul dominican Toma d'Aquino. Cunoscuta sa lucrare „Summa Theologica” explică universul naturii și al omului ca reprezentând un cadru al opereii mult mai importante a guvernării divine și a mântuirii omului. Întreaga lucrare constituie un sistem iscusit, cu citate pentru și contra fiecărui punct controversat, argumentele supreme ducând totdeauna la soluția ortodoxă. Toma d'Aquino susține că credința este totdeauna superioară rațiunii, în sensul că există lucruri pe care rațiunea singură nu le-ar putea descoperi niciodată. El susține în același timp că revelația și rațiunea nu pot ajunge niciodată în conflict. Răspunsurile fiind cunoscute dinainte, disputele dintre sfinți din lucrarea lui au descoperit aspectul unei pledoarii formale. Cu toate acestea, ele n-au fost niciodată îmbunătățite și formează pînă în ziua de azi baza doctrinei catolice (nota la p. 148).

Data fiind mărginirea acelei epoci, lucrarea lui Toma d'Aquino a fost o operă remarcabilă ca sistematizare și ingeniozitate, întrucît ea reprezintă mai mult decît o simplă prelucrare după Aristotel ; ea conține folosirea metodei aristotelice în tratarea unor situații din societatea feudală, cu care grecii n-ar fi putut să aibă de-a face. Cu toate acestea, ea nu marchează nici un progres original în gîndire, iar faptul că adepții neotomiști ai reacțiunii o consideră astăzi ca pe o bază filozofică constituie o mărturisire a falimentului lor teoretic.

Toma d'Aquino a fost într-adevăr foarte abil. Nu numai că a pus de acord doctrinele fragmentare și adeseori contradictorii ale creștinismului primitiv cu rațiunea, dar s-a folosit și de falsificarea neoplatonică intitulată „Ierarhia cerească”, a așa-numitului Dionisie Areopagitul — pe care, ca să fim dreپți, aproape toți gînditorii medievali au privit-o ca literă de evanghelie — drept principala bază a ordinii sale din univers, care astfel nu mai este nici creștină, nici științifică.

Unii istorici recenți, influențați de faptul că știința modernă s-a născut din scolastica medievală, au proslăvit calitatea argumentației care a dat scolasticilor posibilitatea să facă acest lucru. Dar, în primul rînd, nu scolasticii au fost aceia care au creat știința modernă, ci oameni ca Leonardo, Bacon și Galilei, care au repudiat cu tărie scopurile și metodele acestora (p. 304 și urm.). Pe de altă parte, istoria revoluției științifice ne arată că sarcina cea mai grea și mai obositoare în întemeierea științei a fost tocmai înlăturarea noianului de absurdități acumulate din toate epocile. Cînd ne dăm seama că a fost nevoie de aproape 1 000 de ani pentru realizarea unui quantum de idei

care, fără aceste piedici, putea fi acumulat, poate, în numai 200 de ani, ne simțim mai puțin înclinați să venerăm pe cei care prin doctrinele lor au ținut în loc cu atîta succes progresul științei.

Opoziția nominalistă

La timpul lor, lucrările lui Toma d'Aquino au fost primite cu mai puțină bunăvoință decît aceea de care aveau să se bucure mult mai tîrziu. Încă înainte de pătrunderea științei arabe s-a manifestat o opoziție față de metoda foarte abstractă de argumentație, bazată pe *realitatea* ideilor platoniene sau pe formele substanțiale ale lui Aristotel. Argumentele lui Roscelinus (aprox. 1050 — aprox. 1122) — primul dintre *nominaliști*, curent opus realiștilor — au fost susținute de călugărul franciscan Duns Scot (aprox. 1266—1308), în opoziție cu doctrina lui Toma d'Aquino. De fapt, nominaliștii, susținînd importanța individualului și afirmînd că lucrurile sînt premergătoare numelor sau ideilor, respingeau efectiv întregul sistem teologic rațional. Însă, cum și ei erau buni creștini, aceasta nu i-a adus la scepticism și, în cea mai mare parte, nici la un studiu direct al naturii, ci mai curînd, ca pe Al-Ghazzali, la proclamarea unei credințe oarbe de natură mistică și atît de sublimă încît rațiunea omenească nu poate spera s-o cuprindă. Totuși, pentru că erau nevoiți să poarte discuția cu realiștii, au trebuit să-și dezvolte raționamentul lor într-un sens critic și, în felul acesta, au adus argumente care aveau să fie de folos în renașterea de mai tîrziu a științelor naturii. Faimoasa teză a lui William Occam „entitățile nu trebuie înmulțite fără motiv” sau, mai precis, „nu are rost să faci cu mai mult ceea ce se poate face cu mai puțin” a servit la înlăturarea unui mare număr de absurdități din teoriile științifice. Mai tîrziu, școala lui Buridan (aprox. 1297—1358) și Oresme (1320—1382), la Paris, a folosit metodele lui Occam pentru a critica doctrina lui Aristotel despre mișcare, pregătind astfel calea pentru reformarea dinamicii de către Galilei (p. 294).^{3.1;3.2} În chimie, unde rațiunea a jucat multă vreme un rol cu totul neînsemnat, abordarea alchimistă a problemelor a găsit de asemenea sprijin din partea misticilor. Raimundus Lullus (aprox. 1235—1315) din Majorca, care a fost principalul inițiator în introducerea misticismului islamic sufic în lumea creștină, a fost, sau cel puțin a fost considerat, unul dintre întemeietorii acelei tradiții în chimie, care, după cum se va arăta (p. 272), avea să ducă prin Paracelsus și van Helmont la chimia timpurilor noastre.

Acest lung preambul teologic și filozofic înainte de a vorbi despre știința medievală a fost necesar, deoarece până și puțină investigație științifică care a existat în acea perioadă a fost întreprinsă aproape exclusiv în scopuri religioase de către clerici — preoți, călugări sau membri ai unor ordine călugărești. În această privință, contrastul este izbitor față de condițiile de dezvoltare ale științei din lumea islamului, unde numai puțini dintre oamenii de știință aveau vreo ocupație religioasă, iar cea mai mare parte urmăreau fățiș țeluri utilitare (p. 197).

Moda adoptată de unii oameni de știință contemporani de a proslăvi știința evului mediu în detrimentul celei a Renașterii nu rezistă criticii. Inexactă în fapt, ea este nedreaptă îndeosebi față de clericii și învățații medievali, atribuindu-le merite pe care nu le-a avut, punându-le însă în umbră contribuția reală în știință. Până și Roger Bacon (aprox. 1214 — aprox. 1292), în polemicile vehemente și neleale cu contemporanii săi — el tratează pe Albertus Magnus și pe Toma d'Aquino drept „băiețandri ignoranți” —, n-a pus niciodată la îndoială că principalul obiectiv al științei ar fi să susțină revelația.³⁻⁴² Singurul lucru care-l deosebește de ceilalți este că el a căutat să-și verifice ipotezele prin experiență și nu prin rațiune. Oamenii din evul mediu erau perfect apti să tragă concluzii, să conceapă și să efectueze experiențe. Aceste experiențe au rămas însă izolate și, la fel cu cele făcute de greci și de arabi, în esență erau demonstrații care n-au condus la nici un progres decisiv. Oricare ar fi meritele pe care le-ar fi avut mănunchiul de experimenter din evul mediu, ei au folosit prea puțin metodele lor în vederea cercetării naturii și cu atât mai puțin în vederea stăpînirii ei. N-aveau nici un imbold ca s-o facă și aveau foarte multe motive să n-o facă. Fiind clerici, ei aveau multe alte preocupări: Gerbert (aprox. 930—1003), primul dintre oamenii de știință occidentali, a devenit papă; Robert Grosseteste (aprox. 1168—1253), cel mai capabil dintre ei, a fost episcop și președinte al Universității din Oxford; Albertus Magnus a fost arhiepiscop al ordinului dominican pentru întreaga Germanie; la fel și Dietrich din Freiburg (1300), cel mai bun experimentator al epocii. Chiar și cel mai cutezător gînditor din ultima perioadă a evului mediu, Nicolaus Cusanus (1401—1464), a fost atras pe făgașul propagandei papale, ajungînd pînă la urmă episcop de Brixen. Contribuția acestor oameni la știință este rezultatul unei munci efectuate în timpul lor liber.

Excepțiile, Roger Bacon și misteriosul Petru Pelerinul, confirmă regula. Bacon a cheltuit o avere importantă pentru cercetări științifice și, cu toată binecuvîntarea papii, ca răsplată

a fost băgat la închisoare. Petru Pelerinul a fost un deschizător de drumuri în studiul experimental al magnetismului. După cum spune admiratorul său, Roger Bacon, „Petru nu se preocupă de cuvântări și bătălii verbale, ci se consacră lucrărilor înțelepciunii, în care își găsește liniștea” (p. 229).

Întregul bilanț al realizărilor evului mediu în domeniul științelor naturii se reduce la : câteva note ale lui Albertus Magnus asupra istoriei naturale și asupra mineralelor ; un tratat despre păsările de vânătoare de împăratul Frederic al II-lea ; o scurtă scrisoare a lui Petru Pelerinul despre magnetism ; câteva completări la optica lui Alhazen făcute de Dietrich din Freiburg și de Witelo, cuprinzând și o expunere asupra curcubeului, care nu avea să fie modificată pînă la Newton ; câteva observații critice nu tocmai originale asupra teoriei mișcării a lui Aristotel, de Buridan și Oresme.^{3,2} Pe această bază se afirmă acum că revoluția științifică ar data din secolul al XIII-lea și că Albertus Magnus, canonizat cam târziu, în 1931, are dreptul să fie socotit sfîntul patron al științei.

Matematica și astronomia

În matematică și astronomie, aparent situația era mai bună ; în realitate lucrurile s-au petrecut la fel. Leonardo Fibonacci din Pisa a introdus (1202) în lumea creștină algebra arabă și cifrele hinduse. El a fost un matematician remarcabil, însă n-a creat o școală, iar matematica n-a înregistrat nici un progres important pînă în epoca Renașterii. În mecanică, Jordanus Nemorarius (m. aprox. 1237), într-o expunere oarecum simplă a teoriei pîrghiei, a enunțat principiul egalității dintre lucrul mecanic efectuat de o mașină și cel folosit pentru acționarea ei, însă acest principiu n-a avut și nici nu putea să aibă vreo influență asupra mecanicii propriu-zise, dat fiind nivelul tehnicii în acel timp.

În domeniul astronomiei, Gerard din Cremona a tradus din limba arabă, în 1175, lucrarea lui Ptolemeu „Almageste”. Studiul acestei lucrări și tabelele astronomice alcătuite din ordinul regelui Alfons Înțeleptul, în secolul al XIII-lea, pe baza observațiilor vechi arabe, au făcut posibilă continuarea astronomiei eleniste în lumea creștină. În lumea creștină, ca și în cea musulmană, astronomia a fost folosită în special în scopuri calendaristice și astrologice. Este interesant de remarcat că în astronomia de observație, singura știință în care erau necesare observații, calcule și pronosticuri precise, superioritatea islamică s-a menținut un timp mai îndelungat decît în orice altă ramură a științei. Tabelele Ilkhanice ale lui Maragha (aprox. 1260) și acelea ale lui Ulug-beg (1394—1449) au fost cele mai

bune din cîte au existat pînă la Renaștere. Astronomii medievali, în special școala de la Colegiul Merton în secolul al XIV-lea^{3.21b}, au reușit să aducă unele îmbunătățiri de amănunt în calculele astronomice. De asemenea ei și-au adus contribuția și în trigonometrie, precum și în confecționarea de instrumente. Cea mai importantă contribuție a fost aceea a lui Levi ben Gerson din Provence (1288—1344), care a pus în circulație bastonul lui Iacob, un fel de sextant primitiv de care s-au servit navigatorii în marile călătorii care au dus la descoperirile din secolele XV—XVI. Este interesant că, după cum se pare, prima lucrare științifică importantă în limba engleză este cea recent descoperită, „Ecvatorialul planetar”.^{3.32b} Ea se referă la un dispozitiv mecanic pentru stabilirea cu anticipație a pozițiilor planetelor, descris, dar nu inventat, de Geoffrey Chaucer (aprox. 1340—1400), al cărui „Tratat asupra astro-

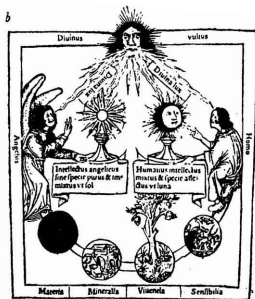
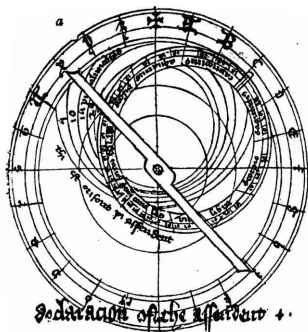


Fig. 6. PRACTICA ȘI TEORIA MEDIEVALĂ. (a) Astrolabul folosit: „Pentru a cunoaște fiecare moment al zilei după lumina Soarelui și fiecare moment al nopții după stelele fixe...”.

(După un manuscris al lui Chaucer, reproduș în „Early Science in Oxford”, vol. 5.)

(b) Marele lanț al existenței: „Lumina divină luminează atît pe îngeri, cît și pe oameni, legați între ei prin împărțirea materiei informe, a mineralelor, a plantelor și a făpturilor simțitoare”.

(După Bovillus, „De intellectu”, 1510.)

labului”, dedicat „micului Lewis, fiul meu”, este cunoscut de multă vreme.^{3.15} Deși reprezentanții opoziției — școala lui Albert de Saxonia (aprox. 1357), Oresme și, cu cea mai mare claritate, Nicolaus Cusanus — au îndrăznit să sugereze că nu cerurile, ci Pămîntul este cel ce face zilnic o rotație, n-a avut loc o revizuire radicală a astronomiei, pentru că ei au făcut

acest lucru pe temeuri filozofice. Ei nu erau astronomi, iar astronomii profesioniști au continuat să-l urmeze pe Ptolemeu pînă în secolul al XVII-lea și chiar puțin după aceea.

Limitările științei medievale

Deși în trecut contribuția adusă în știință de creștinismul medieval a fost, poate, pe nedrept dată uitării, în prezent pericolul constă mai curînd în a-i exagera într-atît importanța încît ar putea să devină de neînțeles întreaga istorie a științei. Semnificativ este faptul că această contribuție, ca o tradiție vie, a fost rodnică numai în secolele XII—XIII. Pe la începutul secolului al XV-lea i-a luat locul o pedanterie obscură, care justifică și explică disprețul oamenilor Renașterii față de „barbarismul gotic”.^{4.27} Acest fapt și identitatea practică a subiectelor tratate și a metodelor folosite de scolastici și de știința islamică, duc la concluzia că știința medievală în ansamblul ei trebuie considerată mai curînd ca sfîrșitul și nu ca începutul unei mișcări intelectuale. Ea a constituit faza finală a adaptării bizantine-siriene-islamice a științei eleniste la condițiile societății feudale. Știința medievală a apărut ca o consecință a prăbușirii vechii economii clasice și avea să decadă și să dispară, la rîndul ei, o dată cu prăbușirea economiei feudale, care luase locul celei dintîi*.

Nu este drept să ne așteptăm de la o astfel de știință mai mult decît i s-a cerut la timpul ei. Atît pentru musulmani, cît și pentru creștini, științele naturii nu jucau un rol prea important în cadrul mării sarcini a justificării ordinii divine a universului, ale cărei trăsături principale erau date de revelație și sprijinite de rațiune, adică de logica abstractă și de filozofie. Robert Grosseteste, care a fost, poate, învățatul medieval cu mintea cea mai subtilă și care a avut cea mai mare influență asupra dezvoltării științei medievale, considera că această știință este în esență un mijloc de ilustrare a adevărilor teologice. Studiul său asupra luminii și verificarea prin experimentare efectivă a refracției în lentile au fost întreprinse pentru că el concepea lumina ca analogă iluminării divine (fig. 6).^{3.10}

Cei care gîndeau altfel în evul mediu, și aceștia erau foarte puțini, se expuneau să fie judecați pentru erezie sau, în cazul cel mai bun, nu erau luați în seamă. De altfel, și aici, elevul lui Grosseteste, Roger Bacon, glasul cel mai autentic din acea vreme, care propovăduia o știință în slujba omului și prezicea cucerirea naturii prin cunoaștere, ne arată cît de departe am ajuns acum de concepțiile medievale. Deși el a prevăzut motonavele, automobilele și avioanele, precum și o știință a alchimiei „care să ne învețe cum să descoperim lucruri

care pot prelungi viața omenească“, natura interesului său pentru știință a fost în esență teologică. Pentru el, cunoașterea științifică constituie, alături de revelație, numai o parte dintr-o înțelepciune integrală care trebuie să fie înțeleasă, experimentată și folosită în slujba lui Dumnezeu.

Sarcina cea mai imperioasă era să se justifice adevărurile creștinismului, ca fiind acelea care arată adevăratul *tel* al existenței omului pe pământ. Nici o cunoaștere omenească nu putea să se compare cu cunoașterea căii mântuirii, a cărei cheie o deține biserica, cu tainele și tradițiile ei. Acest punct de vedere a orientat gândirea medievală spre sistematizarea întregii cunoașteri și experiențe acumulate, astfel încât să se realizeze un mare tablou al lumii, conținând în esență tot ceea ce trebuie să cunoască omul. Această tendință enciclopedică a ajuns la apogeu în evul mediu nu numai în schema logică completă din lucrarea lui Toma d'Aquino, „Summa“, ci și în alte lucrări conținând informații mai generale, ca acele ale lui Bartolomeu Englezul (aprox. 1230—1240) și Vincent de Beauvais (m. aprox. 1260), a cărui lucrare, „Speculum Majus“ („Marea oglindă“), n-a fost egalată ca volum decât de „Enciclopedia“ franceză din secolul al XVIII-lea (p. 373).

Tabloul medieval al lumii

Trebuie să ne ocupăm puțin aici de acest tablou medieval al lumii fie și numai pentru faptul că știința modernă s-a născut, în bună parte, din încercarea de a o depăși. Și astăzi încă se mai văd multe urme ale acestei bătălii. Principalele trăsături ale sistemului grec-arab-medieval au fost caracterul lui închis și ierarhia. Schema eterică, cosmologică a lui Aristotel (p. 141) și a astronomilor alexandrini (p. 155) s-a transformat într-o lume teologică-fizică rigidă, o lume formată din sfere sau orbite: sferele Lunii și Soarelui, sferele planetelor, deasupra tuturor marea sferă a stelelor fixe, dincolo de care se afla cerul; iar ca o contrapondere teologică necesară, lumea subpământeană, cercurile și adâncurile iadului, atât de viguros descrise în „Infernul“ lui Dante. Lumea era ordonată după ranguri și poziții. Ea reprezenta un compromis între imaginea aristotelică a unei lumi fixe și imaginea evreiască și creștină a unei lumi create printr-o acțiune dumnezeiască numai pentru a fi distrusă prin alta. Era o lume provizorie, care, deși își avea propriile ei legi, exista numai ca o scenă pe care să se desfășoare viața fiecărui om, de care depindea mântuirea sau osîndirea lui finală.

Ierarhia societății era reprodusă în ierarhia universului însuși. Așa cum în societate existau papa, episcopii și arhiepiscopii, împăratul, regii și nobilii, în univers exista o ierarhie cercască a celor nouă cete îngerești: serafimi, heruvimi și tronuri; domnii, virtuți și stăpîni; principali, arhangheli și îngeri (roadele imaginației lui Pseudodionisie). Fiecare dintre ele avea o funcție precisă de îndeplinit în guvernarea universului și era atașată cu rangul convenit pe lângă sferile planetare spre a le menține în mișcare respectivă. Ordinul cel mai de jos, al îngerilor simpli, care ținea de sfera Lunii, avea, firește, mult de lucru cu ordinul ființelor omenesti, care se găsea imediat dedesubt. În general exista o ordine cosmică, o ordine socială, o ordine înăuntrul corpului omenesc, fiecare dintre ele reprezentînd o stare la care natura tindea să revină atunci cînd era tulburată. Pentru fiecare lucru sau ființă exista un loc și fiecare lucru sau ființă își cunoștea locul. Elementele se aflau și ele într-o ordine: pămîntul dedesubt, apa deasupra lui, aerul deasupra apei, iar focul, cel mai nobil element, și mai sus. Organele nobile ale corpului — inima și plămîinii — erau despărțite cu grijă, prin diafragmă, de organele inferioare ale pîntecului. În această ordine generală, animalele și plantele își aveau rolurile lor bine determinate: nu numai de a pune la îndemîna omului cele necesare, ci, în mai mare măsură, de a-i oferi exemple morale: sîrguința furnicii, curajul leului, spiritul de sacrificiu al pelicanului. Acest cosmos uriaș, complex și totuși organizat, era totodată ideal de rațional. El îmbina concluziile anticilor, demonstrate în modul cel mai logic, cu adevărurile „incontestabile” ale scripturii și ale tradiției bisericii. Școlile puteau să aibă păreri diferite asupra unora dintre amănunte, însă nici una nu se îndoia că această imagine a cosmosului este, în esență, justă. Se părea că problema esențială fusese rezolvată pentru totdeauna. Era posibil să avem un univers care să fie în același timp practic, temeinic din punct de vedere teologic și cît se poate de rațional*.

6. 6. Transformarea economiei medievale sub Influența nollor mijloace tehnice

În această lumină este ușor de văzut că un atac împotriva oricărei părți a acestui tablou al universului era considerat ca ceva mult mai serios decît o simplă rectificare teoretică, mai curînd ca un atac împotriva întregii ordini a societății, a religiei și a universului însuși. Era deci necesar ca statul și biserica să i se opună cu toată puterea. Sistemul de gîndire medieval a fost în mod necesar conservator și, dacă ar fi fost

lăsat în voia sa, s-ar fi menținut, probabil, pînă în ziua de azi. Dar n-a fost lăsat în voia sa. Oricît de puternică ar fi fost tendința sistemului de gîndire medieval de a rămîne static, economia medievală nu putea sta pe loc.

Sistemul feudal, așa cum s-a arătat mai înainte (p. 212), conținea în sine germenii proprii sale transformări. Comerțul lărgit și mijloacele tehnice de transport și de producție îmbunătățite au împins inexorabil spre o economie bazată pe relații marfă-bani în locul economiei bazate pe servituți feudale. Aspectul tehnic al acestei revoluții economice avea să devină factorul hotărîtor în crearea unei științe experimentale noi și progresiste, care să ia locul științei statice, raționaliste a evului mediu. El avea să-i pună pe oamenii Renașterii în fața unor situații și probleme pe care cu vechile cunoștințe nu le mai puteau rezolva.

Deși rectificările teoretice aparțin unei perioade ulterioare, transformările tehnice esențiale au avut loc în cursul întregului cv mediu și reprezintă, de fapt, contribuția cea mai importantă pe care această epocă a adus-o civilizației științifice a viitorului. În societatea statică și aparent atît de ordonată a evului mediu, aceste transformări tehnice au rămas multă vreme neconsemnate, întrucît cronicarii clerici de cele mai multe ori nici nu le-au dat atenție, deși au apărut destul de izbitor în contabilitatea administratorilor de moșii și în procesele judiciare. Posedăm un document prețios în carnetul de însemnări al unui meșter zidar, Villard din Honnecourt (aprox. 1250), ^{3.2} care conține descrieri și schițe ale unui mare număr de dispozitive mecanice. Foarte puțini dintre învățații medievali au pomenit despre probleme tehnice și încă și mai puțini au încercat să le înțeleagă. Cît de excepțională era o astfel de preocupare, se vede din elogiul adus de Roger Bacon lui Petru Pelerinul. ^{3.16}

„El cunoaște din experimente științele naturii, precum și medicamentele și alchimia și toate lucrurile din ceruri sau de pe Pămînt și s-ar nimți rușinat dacă vreun laic, vreo babă sau vreun țaran ori soldat ar cunoaște ceva despre Pămînt care lui i-ar fi necunoscut. Astfel el este priceput în turnarea metalelor și prelucrarea aurului, argintului și altor metale și a tuturor mineralelor; el știe totul despre arta militară, despre arme și vînaătoare; el a studiat agricultura, măsurarea terenurilor și cultivarea pămîntului; în afară de aceasta, el a cercetat magia și ghicitul habelor, farmecele lor și ale tuturor magicienilor, ca și trucurile și iluziile la care se pricep scamatorii. Cum însă onorurile și recompensele l-ar stîngheri în munca sa experimentală măreață, el le disprețuiește”.

Un astfel de ideal era însă foarte departe de aspirațiile scolasticilor, care acordau foarte puțină atenție unor probleme avînd o atît de slabă contingentă cu mîntuirea sau cu avansarea în rang. În ce-i privește pe umaniștii Renașterii, care socoteau că toate lucrurile bune vin direct din Grecia sau din

Roma, ei ignorau în mod deliberat aceste probleme. Ei se ridicau împotriva tuturor realizărilor evului mediu, pe care le stigmatizau ca barbare și gotice.

Arhitectura medievală

Noi însă, care nu mai ducem o luptă pe viață și pe moarte împotriva feudalismului, n-avem decît să examinăm dezvoltarea acestei arhitecturi gotice de la masivitatea sumbră normandă a secolului al XII-lea la zveltețea luminoasă a flamboiantului din secolul al XV-lea, spre a ne da seama că în aceste trei secole lumea a cunoscut un rapid progres tehnic. Arhitectura a constituit, fără îndoială, expresia cea mai importantă și mai caracteristică a tehnicii și a gândirii medievale. Ea a fost, totuși, o realizare mai curînd pur tehnică decît științifică. Construcția minunată a bolșilor și arcelor butante mult mai îndrăznească decît tot ce au încercat grecii și romanii a fost rezultatul unei serii de soluții originale date unor dificultăți practice. Teoria n-a dat nici un fel de contribuție și nici n-ar fi avut cum, deoarece teoria bolșii, în afară de cunoașterea ei din practică, a fost descoperită abia în vremea noastră. Pentru același motiv, arhitectura medievală a contribuit foarte puțin, direct sau indirect, la progresul științei. Nu la fel au stat lucrurile cu alte inovații, dintre care unele, cum ar fi busola sau praful de pușcă, aveau să ofere bazele noii științe, în timp ce altele, ca jugul pentru cai și cîrma cu etambou, aveau să influențeze știința indirect prin creșterea productivității determinată de ele.^{1.13; 1.14; 2.30}

Inovații tehnice venite din Răsărit și din China

Realizările tehnice ale evului mediu au devenit posibile prin folosirea și dezvoltarea unor invenții și descoperiri care, luate împreună, aveau să dea europenilor posibilități mai mari în ce privește controlul și, în cele din urmă, înțelegerea lumii decît ar fi putut obține din moștenirea clasică. Este semnificativ că invențiile principale — jugul pentru cai, ceasornicul, busola, cîrma cu etambou, praful de pușcă, hîrtia și tiparul — n-au fost realizate în Europa feudală. Se pare că toate au venit din Răsărit, iar cea mai mare parte, în ultimă instanță, din China.

Pe măsură ce reușim să cunoaștem mai mult din istoria științei din China (și în această direcție marele studiu al d-rului Joseph Needham asupra originilor și istoriei tehnicii și științei chineze va fi de neprețuit).^{3.4} Începem să ne dăm seama de uriașa importanță pe care le au pentru întreaga lume realizările tehnicii chineze. Se știe de pe acum destul

pentru a înțelege că întreaga concepție despre superioritatea civilizației creștine occidentale este o concepție bazată pe ignorarea arogantă a restului lumii. Este totdeauna foarte greu să se facă dovada transiterii unor realizări ale culturii, însă rămîne un fapt că multe dintre invențiile care au apărut în Europa occidentală abia în secolul al X-lea sau mai târziu au fost amănunțit descrise în China încă din primele secole ale erei noastre.

Ceea ce rămîne încă de explicat este motivul pentru care în China și, într-o măsură mai mică, în India și în țările islamului acest progres tehnic timpuriu, după un început promițător, a încetat complet înainte de secolul al XV-lea și de ce a avut ca rezultat formarea unor civilizații orientale cu un nivel tehnic înalt, dar static. Motivul indicat de dr. Needham, în special pentru China, constă în apariția unei birocrații — aceea a mandarinilor — cu o educație literară, care nu manifesta nici un interes pentru perfecționarea tehnicii, fiind în schimb deosebit de preocupată să frîneze dezvoltarea negustoriei, singura care ar fi putut să contribuie la dezvoltarea tehnicii, prin deschiderea de noi piețe. *

Tocmai acest lucru de care se temeau mandarinii avea să se petreacă în Europa. Noile invenții, pe măsură ce ajungeau să fie folosite, au dat naștere în tehnică unei revoluții care a contribuit, prin creșterea productivității muncii și dezvoltarea comerțului, la prăbușirea feudalismului. Folosirea unor metode mai bune în producția agricolă la sate a însemnat crearea unui surplus mai mare pentru schimb. Introducerea unor mijloace mai bune de transport pentru mărfurile voluminoase a înlăturat necesitatea de a cultiva tot felul de produse pe un pă-

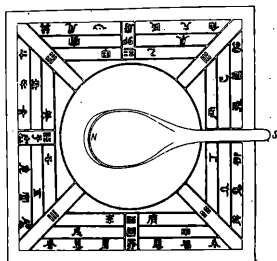
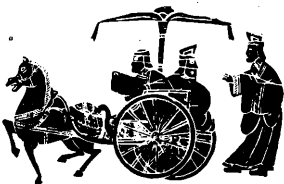


Fig. 7. TEHNICA ȘI ȘTIINȚA ÎN CHINA VECHIE (a) Imagine descoperită pe mormîntul lui Wu Liang, anul 147 e.n., prezentînd jugul pentru cai și oiști perfecționate. (b) Reconstituirea celei mai vechi forme a busolei, după Vang Cen-to. Lingura echilibrată este confecționată din magnetită. Placa de lemn este masa unui magician din epoca Han, cca. anul 100 î.e.n.

mînt mai potrivit pentru o anumită recoltă și în felul acesta a mărit indirect productivitatea agriculturii. De exemplu, în secolul al XIII-lea, regiuni întregi din jurul orașului Bordeaux au trecut la cultivarea viței de vie, vinul fiind prima încărcătură voluminoasă, după cum o dovedește unitatea de măsură pentru greutate din zilele noastre, tona, care la origine a fost greutatea unui butoi (*tonne*) de vin. La rîndul său, comerțul a făcut să crească importanța negustorilor, deci și a orașelor, iar industria meșteșugărească a început să se dezvolte în orașe și la sate.

Caracteristica cea mai importantă pentru viitor a economiei medievale a constat în faptul că orașele nu dominau regiunile rurale. Sistemul feudal a menținut această independență, iar lipsa sclavilor a împiedicat apariția fabricilor după modelul clasic. Industria, care s-a născut de pe urma noilor invenții, a fost răspîndită pe teritoriile a sute de sate. Acest lucru s-a întîmplat mai ales atunci cînd morile au devenit sursa principală de energie nu numai pentru măcinatul grîului, ci și pentru diferite alte procese de producție, de la baterea postavurilor pînă la forjarea metalelor. Exploatarea minieră și topirea minereurilor trebuiau să fie, în mod necesar, industrii rurale împrăștiate. Faptul că aceste industrii s-au stabilit la sate a mărit lipsa cronică de brațe de muncă, despre care s-a mai vorbit, stimulînd ingeniozitatea în domeniul tehnicii. Pe de altă parte, prin plecarea la țară puteau fi eludate restricțiile impuse de breslele de la orașe cu privire la noile procese de producție care i-ar fi lăsat pe meseriași fără lucru.

Jugul pentru cai

Dintre invențiile enumerate, primele două, și anume jugul pentru cai și moara de apă, constituiau, în esență, mijloace mai eficace pentru transmiterea forței. Dintre aceste două, prima a avut efectul cel mai imediat; prin înlocuirea curelei puse de-a curmezișul pieptului și care strîngea traheea-arteră a calului cu un colac ce-l apăsa pe umeri, încărcătura admisibilă a fost mărită de cinci ori.^{2,30} Această inovație, venind din China secolului al VII-lea, a ajuns în Europa la începutul secolului al XI-lea. Rezultatele imediate au constat în faptul că boii au putut fi înlocuiți la plug cu caii, astfel că au putut fi cultivate în plus noi întinderi de pămînt, nepotrivite pentru plugăritul cu boi. În același timp, căruța cu cai a luat locul căruței cu boi. Introducerea simultană a potcovitului cailor a făcut posibilă folosirea acestora la trasul carelor și a furgoanelor. De avantajele noilor juguri pentru cai s-au bucurat în primul rînd țările francilor și normanzilor, astfel că regiunea din jurul Mării Nordului și al Mării Mîneicii, favo-

creată de un sol bun și de o climă nesecetoasă, a început să devină un centru principal de producție. Surplusul de grâu, porțoc, pieci brute, lână brută și stofă — articolele principale ale noului comerț cu mărfuri grele — putea fi schimbat, la târguri mari ca cele din Champagne, contra produselor mai finisate, dar mai ușoare ale Răsăritului și Sudului.

Moara de apă și moara de vânt

Invenția propriu-zisă a morilor de apă aparține epocii clasice a antichității; o moară de apă este descrisă de Vitruviu (aprox. 50 î.e.n.). Totuși, moara are dreptul să fie considerată un mecanism medieval, deoarece numai în evul mediu a ajuns să fie folosită pe scară mai largă. Au existat puține mori în epoca romană, deoarece cursurile de apă nu erau destul de potrivite, iar pentru efectuarea muncilor se puteau găsi totdeauna sclavi în jurul Mării Mediterane. În schimb, moara a fost de la bun început o trăsătură integrantă a economiei feudale. Aproape pe fiecare domeniu seniorial se putea găsi o moară și un morar (5000 dintre acestea sînt enumerate în Domesday Book ¹), iar seniorul se folosea din plin de dreptul de a pretinde tuturor iobagilor săi să-și macine grîul la moara lui.

În același timp, morile nu se limitau numai la măcinatul grîului; ele au deschis calea folosirii într-o măsură crescîndă a energiei. Ori de cîte ori era nevoie de aplicarea continuă sau regulată a unei forțe, iar materialele de prelucrat erau transportabile, căci moara este în sine statică, mecanismul morii putea fi adaptat acestor scopuri. Pentru transformarea mișcării de rotație în mișcare rectilinie alternativă s-au folosit două dispozitive, pe cît se pare provenite amîndouă din China: ciocanul mecanic și dispozitivul format din bielă și manivelă, ^{3,4} cel din urmă fiind în special important întrucît, spre deosebire de ciocanul mecanic, poate fi folosit și la transformarea mișcării rectilinii alternative în mișcare de rotație. Morile de vînt, provenind, după cum se pare, din Persia, au ajuns în Europa în jurul anului 1150. Morile au fost folosite la baterea postavului, la foalele de suflat, la forjarea fierului sau la tăierea lemnului, dar pînă la revoluția industrială (p. 367) n-au fost utilizate și pentru alte munci tot atît de anevoioase, însă mai împrăstiate pe plan teritorial, ca torsul, țesutul sau treieratul. Însuși faptul că morile au fost folosite și s-au dezvoltat rapid în Europa în scopuri atît de multiple

¹ Marele Cadastru al Angliei datînd încă din 1086. — *Nota trad.*

este o dovadă a lipsei brațelor de muncă și a legăturii dintre acest factor și dezvoltarea tehnicii și științei.

Morile de vânt și de apă trebuiau să fie construite și întreținute, sarcină care depășea priceperea celor mai mulți dintre fierarii de la sate. Astfel a apărut meșteșugul *maiștrilor de mori*, care cutreierau satele construind și reparând mori. Aceștia au fost primii mecanici în sensul modern al acestui cuvânt. Ei știau să construiască mecanisme, cunoșteau modul lor de funcționare, se pricepeau și la amenajarea digurilor și a stăvilarelor, ceea ce a făcut din ei deopotrivă mecanici și hidrotehnicieni. Ei au fost păstrătorii unor inovații ingenioase; din rîndurile lor și-a recrutat Renașterea și, într-o măsură și mai mare, revoluția industrială care i-a urmat (p. 390) meșteșugarii, singurii care au putut să pună în practică ideile noii filozofii.

Pendula și ceasornicul

Mecanicii și-au adus contribuția în Europa medievală și la evoluția care a dus la actuala formă a mecanismului de ceas (pendula engl. *clock*, din fr. *cloche* — clopot) a fost la început un simplu clopot de care se trăgea pentru a chema pe credincioși la serviciul divin. Mai târziu se trăgea de clopot în fiecare oră. Clopotul era tras de un paznic, care se servea de o clepsidră. În secolul al XI-lea s-a construit undeva un mecanism ingenios, o formă mai simplă a mecanismului de moară care imprima limbii clopotului o mișcare oscilatorie. Paznicul n-avea altceva de făcut decît să dea drumul la o greutate care, prin roata dințată a mecanismului, bătea ora respectivă. Vreunui meșter de mori sau vreunui călugăr i-a venit, probabil, ideea că același mecanism, funcționînd fără oprire, ar putea să fie folosit ca să indice timpul, astfel că a construit ceasul (*watch*), cum este denumit și azi, eliminînd paznicul (*watcher*). Așa a fost creat ceasornicul, inclusiv cel de buzunar, prototipul mecanismului automat modern, care se reglează și se mișcă singur.

Fără îndoială că dispozitivele pentru indicarea timpului sînt foarte vechi. Arabii au îmbunătățit într-o mare măsură ceasornicele grecești cu apă și au construit pe baza lor multe mecanisme automate complicate; acestea însă erau puse în funcțiune cu ajutorul unor plute și frînghii și le lipsea precizia și forța angrenajelor de roți dințate. Astăzi știm însă că angrenajul de roți dințate a fost cunoscut de mult, atît în Grecia, cît și în China *. Pendula nu mai poate fi revendicată ca o invenție europeană, cu toată marea dezvoltare pe care a căpătat-o aici. Pendulele medievale erau mai curînd obiecte de fală decît de folosință, constituind mîndria orașelor sau a

catedralelor. Însă puțin răspînditul meșteșug al construcției de pendule și apoi de ceasornice avea să devină pentru știință, în timpurile Renașterii, ceea ce meșteșugul construcției de mori avea să devină pentru industrie: o sursă rodnică de inventivitate și măiestrie.

Busola marină

Observarea proprietății magnetismului terestru de a impune o anumită direcție unui magnet natural sau magnetitului trebuie să fi fost una dintre cele mai dificile și în același timp una dintre cele mai importante descoperiri științifice. Pare să fie un adevăr cert că proprietatea de a arăta direcția pe care o posedă un magnet natural pus pe un pivot a fost cunoscută chinezilor cu câteva secole înainte de data documentelor în care a fost consemnată folosirea ei într-un alt loc.

Potrivit celor arătate de dr. Needham,^{3,26} această descoperire trebuie să fi fost realizată ca un produs auxiliar al ghicitorului geomantic, care consta în aruncarea de obiecte pe o scîndură așezată pe pămînt și în prezicerea viitorului după poziția în care cădeau. Aceste practici se mai mențin încă și astăzi și ele ne-au dat, într-un fel sau altul, cele mai multe dintre jocurile de masă, printre care zarurile, jocurile de cărți și șahul. Unul dintre obiecte care simboliza Nordul, respectiv Ursă Mare (Carul Mare) avea forma unei linguri. Dacă aceste linguri erau tăiate din magnet natural — una dintre cele vinci pietre sacre — luau totdeauna aceeași direcție. S-a descoperit, încă înainte de secolul al VI-lea, că această însușire de a lua poziția nord-sud o mai posedă și bucățile de fier care au fost atinse de un magnet natural sau bucățile de fier calite și lăsate să se răcească în poziția nord-sud. O busolă cu apă în care o astfel de bucată de fier plutește pe o bucată de lemn a fost descrisă amănunțit în secolul al XI-lea, dar probabil că era cunoscută cu mult înainte. Aceasta este busola tradițională chineză. O mărturie a legăturii dintre ea și scîndurile de ghicit sînt simbolurile de pe cadrul ei (fig. 7). Modul în care a ajuns în Occident rămîne un mister. Există o referință într-o sagă din secolul al XII-lea din care rezultă că era cunoscută mai dinainte. Acul magnetic așezat pe un ax și cadrul cu roză a vînturilor par să fie invenții italiene din secolul al XIII-lea.^{3,6}

Progresul lent al busolei după descoperirea ei poartă amprenta ritmului tradițional al perfecționărilor tehnice. Dar, încă din primele timpuri, s-a făcut apel la știință pentru a-i explica funcționarea. Prima lucrare științifică originală a creștinismului occidental a fost „Scrisoarea despre magnet” (1269), opera lui Petru Pelerinul (din Maricourt), contemporan al lui

Roger Bacon, admirat de acesta din urmă ca cel mai mare om de știință al epocii și totodată cel mai legat de practică (p. 229). Această lucrare dovedește o mare independență de gândire, precum și capacitatea de a proiecta și de a efectua o serie de experiențe. Din această operă, după o perioadă lungă de timp, aveau să se dezvolte cercetările lui Norman și Gilbert (p. 300 și urm.), din care, la rîndul său, avea să se dezvolte întreaga teorie și practică a magnetismului și a electricității. Nu numai atît, dar influența magnetului asupra busolei avea să ofere baza reală științifică a teoriilor privind influența și inducția magnetică, care pînă atunci avuseseră un caracter pur magic. Mult mai important este că această teorie a constituit mai tîrziu un model practic pentru teoria atracției, care a străbătut întreaga știință și care avea să fie steaua călăuzitoare a marii sinteze a lui Newton.

Cîrma cu etambou

Se pare că și cîrma cu etambou a venit tot din China. Jonca chineză se deosebește radical de corabie prin faptul că, în timp ce aceasta din urmă a evoluat din barca primitivă scobită dintr-un trunchi de arbore prin construirea părților laterale la chila centrală, prima se trage dintr-o plută de bambus la care s-a construit o proră și o pupă.^{2.29; 3.21} Jonca nu are chilă, iar locul firesc al cîrmei este mijlocul pupei. În Europa, cîrma centrală era mai greu de adaptat, din cauza formei vechi, înclinate, a chilei la pupă, astfel că s-a folosit o vîslă de direcție fixată la tribord; dar montîndu-se cîrma, la pupă, prin secolul al XIII-lea, pe un etambou vertical vasele europene, cu chila mai adîncă, bazate pe modelul de corabie al vikingilor s-au dovedit mult mai bune pentru navigație. Acum se putea urma cu o siguranță sporită direcția dorită cu ajutorul pînzelor așezate sub un unghi care favoriza presiunea vîntului. Aceasta a dus apoi la dezvoltarea pînzelor de proră și pupă din vechile pînze triunghiulare. În felul acesta n-a mai fost nevoie să se aștepte vînturile din spate, iar călătoriile au putut să fie întreprinse și pe vreme mai rea.

Cele două invenții maritime, busola și cîrma cu etambou, au avut în navigație urmări de o importanță comparabilă cu aceea a jugului pentru cal pe uscat. Folosirea lor a făcut posibile călătoriile în largul mărilor, călătorii care au înlocuit în mare măsură pe cele de-a lungul coastelor din epocile precedente. Ele au deschis pentru prima dată căile oceanelor pentru explorări, războaie și comerț, cu uriașe și rapide consecințe economice și politice.

Navigația

Consecințele științifice ale dezvoltării navigației aveau să fie de o importanță hotărâtoare. Navigația în largul mării, chiar și în Mediterana, necesita observații astronomice și hărți maritime, ceea ce a dat un imbold direct dezvoltării unei astronomii capabile să facă previziuni exacte, unei noi geografii bazate pe măsurători și unor instrumente care să poată fi folosite pe bordul vaselor. Navigația pe ocean a ridicat apoi problema urgentă a stabilirii longitudinii, de care aveau să se ocupe toți marii astronomi ai secolului al XVII-lea. Nevoia de busole și de alte instrumente de navigație a dat naștere unui nou meșteșug, legat de o serioasă specializare, acela al construirii de instrumente, care a exercitat apoi o mare influență asupra științei, mai ales prin mărirea neîncetată a gradului de precizie a măsurătorilor. Mulți oameni de știință, printre care și Newton, au construit instrumente, iar un constructor de instrumente, Watt, avea să realizeze o invenție care a revoluționat industria și știința.

Praful de pușcă și tunul

Dintre toate invențiile introduse în Occident în evul mediu, cea mai distructivă — praful de pușcă — avea să producă cel mai puternic efect din punct de vedere politic, economic și științific. Invenția originală a fost atribuită când arabilor, când grecilor bizantini, însă cel mai probabil este că are o origine chineză. Principalul în rețeta preparării lui constă în adăugarea unei cantități de salpetru la substanțe inflamabile, care pot să ardă astfel fără aer. Salpetrul se găsește în stare naturală în unele straturi saline, precum și în terenuri suprasaturate cu îngrășăminte. El a fost folosit pentru prima oară probabil întâmplător în compoziția artificiiilor, apoi în mod intenționat, observându-se că folosit în locul sodei calcate, ca fondant împreună cu mangelul, produce o flacără strălucitoare însoțită de o mică explozie. În China, timp de câteva secole, salpetrul a fost întrebuințat numai la artificii și rachete.

Praful de pușcă a început să capete importanță militară din momentul când a fost folosit la tunuri, care s-ar putea să provină din țeava de foc a bizantinilor sau, mult mai probabil, din petarda de bambus a chinezilor. Însăși denumirea de barrel (butoi — în limba engleză) dată țevii tunului ne vorbește despre construcția ei inițială. Țeava tunului era făcută din doage de fier strânse laolaltă cu cercuri. Tunurile, ca și puștile care le-au urmat curînd, erau eficace în război nu atît din cauză că raza lor de acțiune sau forța lor de distrugere erau mai mari decît acelea ale catapultelor și balistelor ro-

mane, ci pentru că oricât ar fi fost de greoaie și de costisitoare, erau totuși mult mai ieftine și mai mobile decât acestea din urmă. Folosirea lor în lupte și asedii a constituit începutul unei revoluții tehnice în arta militară, comparabilă numai cu cea care a avut loc la începutul epocii fierului cu 3 000 de ani înainte.

Împotriva unui dușman care nu-l poseda, praful de pușcă, împreună cu tunul și cu puștile, asigura în mod practic invincibilitatea, punând astfel pe omul „civilizat” într-o poziție de superioritate netă față de „indigenii” mult mai numeroși. Dar, chiar și printre popoarele civilizate, praful de pușcă a modificat foarte mult echilibrul de forțe. Odată apărut, tunul a devenit o necesitate pentru obținerea victoriei și, în loc să ducă la realizarea de economii, a dus la noi cheltuieli de război. Numai republicile bogate sau regii finanțați de negustori bogați puteau să dispună de sursele de metal și de posibilitățile tehnice necesare confecționării de tunuri din metal. Prin aceasta, independența aristocrației latifundiare era năruită tot atît de implacabil cum ghiulelele tunurilor dărimau castelele ei. Triumful prafului de pușcă a însemnat triumful statului național și începutul declinului orînduirii feudale.

Pe mare, efectul prafului de pușcă n-a fost mai puțin important. Folosit la tunurile montate pe marile corăbii a căror orientare se făcea cu ajutorul noii astronomii și al busolei, praful de pușcă avea să asigure Europei occidentale supremația pe căile maritime ale lumii, începînd de atunci și pînă la mijlocul secolului al XX-lea. El a dat europenilor putința de a impune civilizația lor altor popoare, care nu le erau cîtuși de puțin inferioare din punct de vedere cultural sau militar. Într-un timp scurt, praful de pușcă le-a dat posibilitatea să concentreze în mîinile lor bogățiile accesibile ale lumii și să acumuleze astfel capitalul care a finanțat revoluția industrială.

Efectele științifice ale inventării prafului de pușcă în domeniul chimiei și fizicii

Apropierea secolului mașinismului a fost însă determinată în cea mai mare măsură nu de urmările pe care le-a avut utilizarea prafului de pușcă asupra artei militare, ci de urmările pe care le-a avut asupra dezvoltării științei. Praful de pușcă și tunul nu numai că au aruncat în aer lumea medievală pe plan economic și politic, dar totodată au constituit forțe importante care au contribuit la distrugerea sistemului ei de idei. După cum a spus Mayow, „salpetrul a făcut în filozofie tot atîta zarvă cît a făcut și pe cîmpurile de bătălie”. În primul rînd, praful de pușcă și tunurile reprezentau ceva nou

în lume ; la greci nu au existat nici măcar cuvinte prin care să fie numite. În al doilea rând, prepararea prafului de pușcă, explozia sa, expulzarea ghiulelei din tun și apoi zborul ei au ridicat probleme a căror rezolvare practică a dus la cercetarea unor cauze de un tip nou și la crearea unor științe noi (fig. 10, p. 295).

Oricare ar fi originea prafului de pușcă, ingredientul esențial — salpetrul (azotatul de potasiu) — putea fi produs numai ca rezultat al unui studiu sistematic având ca obiect separarea și purificarea sărurilor, probabil în legătură cu alchimia. Indiferent unde era produs, salpetrul atrăgea atenția asupra fenomenelor dizolvării și cristalizării. Pe de altă parte, explicarea exploziei prafului de pușcă a solicitat la maximum chimia și fizica medievală. Această explozie era, evident, o acțiune a focului, dar, spre deosebire de toate celelalte focuri terestre, ea nu avea nevoie de aer, fapt care a condus la ipoteza că aerul este dat de salpetru și, invers, că aerul conține salpetru sau cel puțin un spirit al acestuia (*anima*). Această ipoteză a servit ca model în toate încercările ulterioare de a explica arderea și o dată cu ea și respirația, nevoia de aer a oricărui animal. În cele din urmă, după patru secole de discuții și experimentări, toate acestea aveau să conducă la descoperirea oxigenului și, totodată, la întreaga chimie modernă (p. 447 și urm.)

Forța exploziei în sine și expulzarea ghiulelei din țeava tunului au constituit o indicație importantă asupra posibilității de a folosi în mod practic forțele naturii, în special ale focului. Aceasta a constituit sursa de inspirație care a dus la inventarea mașinii cu abur (p. 416 și urm.). Mai târziu vom vedea cum mașinile perfecționate pentru sfredelirea țevii de tun (p. 420) aveau să fie folosite la fabricarea unor cilindri lucrați cu precizie, oferind primelor mașini cu abur posibilitatea de a-și dovedi eficiența.

În sfârșit, mișcarea ghiulelei de tun în aer (balistica) avea să constituie un impuls spre noi studii în domeniul dinamicii. Oamenii de știință din antichitatea clasică studiaseră corpurile în repaus sau corpurile care acționau unele asupra altora cu forțe relativ constante. Lumea nouă avea să examineze problema corpurilor în mișcare impetuoasă și, pe această bază, avea să întemeieze o mecanică nouă, mult mai cuprinzătoare. Teoria impulsului a apărut mult înaintea tunului, dar cercetarea zborului proiectilului a atras din nou atenția asupra ei. Noua mecanică se deosebea de cea clasică dintr-un punct de vedere esențial : ea depindea de matematică și, la rândul ei, a alimentat matematica, fiind bazată pe măsurători și pe calcule.

Alcoolul concentrat a fost preparat pentru prima oară în Europa în secolul al XII-lea, deși premise însemnate în această privință au fost obținute cu mult înainte, de arabi, care realizaseră progrese în domeniul distilării. Ultimul pas hotărâtor a fost făcut, probabil, la Salerno, unde a funcționat o școală de medicină care se bucura de multă vreme de o deosebită faimă. Ea a fost întemeiată în secolul al IX-lea și a absorbit în cele din urmă tot ce a fost mai bun în știința arabă din Sicilia, acel creuzet în care s-au contopit culturile greacă, arabă și normandă. Deoarece distilarea parfumurilor și a uleiurilor era cunoscută, probabil că alcoolul a fost obținut întâmplător în cursul preparării vreunui medicament. Cheia preparării alcoolului era răcirea părții superioare a distilatorului sau alambicului, în așa măsură ca alcoolul să se condenseze la fel ca apa.^{2,19} Produsul distilării a fost folosit la început ca un medicament rar, cu acest prilej fiind remarcate însușirile lui stimulative. Curînd a putut fi obținut un alcool cu destulă tărie ca să ardă, ceea ce i-a mărit prestigiul. Se spune că în secolul al XIV-lea Raimundus Lullus ar fi distilat vin cu var nestins, producînd un alcool aproape pur. Denumirea de alcool nu este corectă. Acest termen arab se aplica în primul rînd vopselii pentru sprîncene, iar apoi oricărui praf fin. Cererea mare de alcool — „apă de foc”, usquebaugh irlandez, whisky, vin ars, rachiu, coniac — a fost provocată de „moartea neagră”, ciuma care a bîntuit în secolul al XIV-lea. Se credea că cei care beau alcool în mod regulat nu vor muri niciodată, de aici numele de *aqua vitae* „apa vieții”. Alcoolul a ieșit complet cu timpul de sub controlul medicilor și se producea în cantități mari, după cum stau mărturie numeroasele legi îndreptate împotriva întrebuințării lui. Alcoolul a dat naștere primei industrii științifice, aceea a distileriei, temelia industriei chimice moderne.

Urmările sociale și științifice ale preparării alcoolului au fost multiple. Cele mai evidente — efectele îmbătăririi și dorința pătimașă de a bea pe care o produce — n-au prezentat o importanță socială prea mare în Europa. În regiunile înapoiate însă, alcoolul a ocupat locul al doilea după praful de pușcă în ceea ce privește „misiunea civilizatoare”. Insula Manhattan a fost cumpărată de olandezi de la indieni în 1626 pentru trei butoaie cu rom. Numele insulei înseamnă „locul unde ne-am îmbătat”. Pentru știință, alcoolul a avut o dublă însemnătate : chimică și fizică. Captarea vaporilor de alcool a dat un mare impuls aplicării aceleiași metode și la alte substanțe. Pe de altă parte, condensatorii mult mai eficienți, cu răcire cu apă, care au fost folosiți în industrie, au arătat că pot fi condensate și

alte substanțe volatile, ca eterul. Distilatorul și condensatorul au completat alambicul și retorta, formînd principala aparatură de laborator, și au făcut posibilă crearea chimiei organice (fig. 8, p. 264).

Procesul fizic al distilării, în special bizara transmitere a căldurii de la foc la apa din condensator, s-a dovedit a fi foarte greu de înțeles. După cum vom vedea (p. 419), i-a revenit lui Black, în secolul al XVIII-lea, meritul de a deduce de aici teoria căldurii latente, care a constituit începutul termodinamicii. La rîndul său, Watt, constructorul de instrumente al lui Black, a inventat pe baza acestei teorii condensatorul separat, producînd prima mașină termică eficientă.

Lentilele și ochelarii

Descoperirea lentilelor, descrisă mai înainte (p. 202), a dus în 1350 la inventarea ochelarilor, după cît se pare, în Italia. Folosirea lor a dat un impuls și mai mare studiului opticii. Grosseteste, Roger Bacon și Dietrich din Freiburg au adus o serie de contribuții în știință, explicînd acțiunea lentilelor atît în ceea ce privește convergența razelor de lumină, cît și în ceea ce privește mărirea imaginii obiectelor.^{3,10} Poate și mai important este însă faptul că cererea de ochelari a contribuit la dezvoltarea meșteșugului de șlefuire a lentilelor și de confecționare a ochelarilor. Unui astfel de meșteșugar — se spune că-l chema Lippershey — îi datorăm invenția lunetei (1608). După cît se pare, o combinație de lentile cu totul întîmplătoare, posibilă numai în atelierul unui optician, putea fi mai rodnică, cel puțin în acel stadiu, decît orice ipoteze teoretice asupra măririi imaginilor.

Hîrtia

Ultimele două inovații tehnice aduse din Răsărit, sortite să producă în Occident un efect mult mai important decît în țara lor de origine, au fost invențiile, legate între ele, a hîrtiei și tiparului. O dată cu răspîndirea științei de carte, cerința de a avea un material pentru scris mai ieftin decît pergamentul, care era extrem de costisitor, a devenit din ce în ce mai imperioasă. Procesul fabricării hîrtiei s-a dezvoltat la început în China, pe bază de fibre vegetale. În secolul I î.e.n., hîrtia era deja folosită acolo ca un material ieftin pentru scris. În Europa a fost introdusă prin intermediul arabilor în secolul al XII-lea. Aici cîrpele de in au constituit baza primei hîrtii de calitate, care de atunci n-a mai fost între-

cută. Hîrtia s-a dovedit atît de bună și de ieftină, încît folosirea ei pe scară mare a dus la o lipsă acută de copiiști, de unde succesul noii metode de a copia : tiparul.

Tiparul

Tehnica imprimării n-a fost prea greu de inventat sau de practicat. De fapt ea a fost folosită din timpurile cele mai vechi, sub formă de ștampile, reproduceri cu ajutorul frecării și al gravării. Răspîndirea ei rapidă în Europa constituie un exemplu de modul în care necesitatea socială și organizatorică determină folosirea unei invenții tehnice și apoi perfecționarea ei. Înainte ca o necesitate să poată duce la efecte utile, trebuie ca ea să se facă simțită. Dar o cerință sau alta care determină apariția unei anumite tehnici nu este în mod necesar principala nevoie pe care noua tehnică o va satisface în cele din urmă.

Chiar în ultima perioadă a evului mediu, puțini oameni erau conștienți de necesitatea unui mare număr de cărți scrise pe hîrtie. De fapt, probabil că tiparul nu s-ar fi dezvoltat dacă ar fi fost vorba, în primul rînd, numai de scopuri literare. Imprimeria nu este prețuită la întreaga ei valoare decît cînd se simte nevoia unui mare număr de copii ieftine de pe același text. În consecință, nu este de mirare că imprimeria a apărut întîi în Răsărit, pentru reproducerea rugăciunilor daoiste sau budiste, cantitatea reprezentînd un interes categoric pentru cler. Mai tîrziu s-a procedat la tipărirea bancnotelor de hîrtie, care de asemenea erau necesare într-un mare număr de exemplare. În Occident, oricît ar fi de curios, necesitatea imprimeriei a izvorît dintr-un alt gen de întrebuintare : răspîndirea cărților de joc, la origine o formă a magiei ghicitului. Indulgențele papale, rugăciunile și icoanele veneau imediat după ele.

Cărțile ieftine, religia și noua răspîndire a culturii

Imprimarea cu litere mobile din lemn a fost, la origine, o invenție chineză din secolul al XI-lea. Literele mobile din metal au fost folosite pentru prima oară de coreeni în secolul al XIV-lea. În Europa, tiparul a fost introdus la mijlocul secolului al XV-lea și s-a răspîndit extraordinar de repede, fiind folosit la început pentru imprimarea rugăciunilor, iar apoi și a cărților. Noile cărți tipărite, ieftine, au stimulat cititul, ceea ce a creat nevoia unui număr și mai mare de cărți, declanșîndu-se astfel un fel de reacție în lanț. Firește că tipografii au căutat să scoată, în primul rînd, în număr mai mare cărțile care fuseseră mult cerute și ca manuscrise.

La început, interesul s-a concentrat asupra religiei și mai ales asupra Bibliei, a cărei imprimare și răspândire în sânul burgheziei în ascensiune a coincis cu procesul de afirmare a noii tendințe de emancipare a gândirii de sub controlul bisericii, care avea să ducă la Reformă. Veneau apoi literatura și poezia, antică și modernă, pentru desfătarea aristocrației cultivate și a vîrfurilor burgheziei din epoca Renașterii.

Mai târziu, mai ales în secolul al XVI-lea, tiparul avea să devină mijlocitorul unor mari transformări tehnice și științifice, prin faptul că punea în circulație — făcîndu-le larg accesibile — descrieri ale naturii, în special ale regiunilor nou descoperite, cît și, pentru prima oară, procedeele tehnice folosite în diversele meșteșuguri. Pînă atunci, metodele tehnice ale meșteșugarilor fuseseră transmise prin tradiție, nefiind niciodată consemnate în scris. Ele se transmiteau de la meșter la calfă prin instruire directă. Cărțile tipărite au creat mai întîi posibilitatea și apoi necesitatea ca meșteșugarii să știe să citească. Descrierile proceselor tehnice cuprinse în aceste cărți și, mai mult încă, ilustrațiile au ajutat să se stabilească, pentru prima oară, relații strînse între meșteșuguri, oamenii de artă și de știință (p. 265).

6. 7. Dezvoltarea economiei în evul mediu tîrziu

Discuția asupra importanței tiparului ne-a dus dincolo de granițele evului mediu, însă înainte de a trece la examinarea revoluției în știință din epoca Renașterii este necesar să ne dăm seama care a fost influența tiparului și a altor realizări tehnice luate împreună asupra economiei și ideilor din ultima perioadă a evului mediu. În regiunile rurale, în ansamblul lor, efectele combinate ale inovațiilor introduse în producție și transporturi aveau să ducă la creșterea surplusului global de produse agricole și, în consecință, la creșterea volumului de mărfuri care puteau fi consumate la țară.

Pretutindeni în Europa, deși dominația seniorilor feudali nu era încă zdruncinată, țăranii înstăriți și lucrătorii de la orașe își întăriseră pozițiile și începuseră să constituie o piață largă și sigură. Aceasta, la rîndul ei, a stimulat producția de mărfuri, mai ales a articolelor de semilux, ca vinul și țesăturile de bună calitate (țesăturile grosolane erau produse în continuare în gospodărie), producția de alimente suplimentare, ca peștele sărat, precum și a metalelor, în special a fierului pentru unelte și arme. Aceste meșteșuguri, deși erau exercitate de cele mai multe ori la țară ca o îndeletnicire accesorie a țăranilor, erau dominate de negustorii de la orașe. Spre mij-

locul secolului al XIII-lea, care poate fi considerat ca punctul de cotitură al evului mediu, negustorii bogați de la orașe dobândiseră, prin dominația lor în bresle, o poziție de monopol de care s-au servit pentru a cumpăra mai ieftin și a vinde mai scump.

Între aceste oligarhii ale diferitelor orașe se iscau conflicte violente, care ajungeau uneori pînă la război. Spre ultima perioadă a evului mediu, ele au început să-și dea seama de însemnătatea cooperării în vederea exploatării în comun a teritoriilor mai puțin dezvoltate. Cea mai cunoscută dintre aceste asociații a fost Hansa nord-germană, care avea ca obiectiv exploatarea comerțului în regiunea baltică. Aproximativ între 1358 și 1550, practic ea a deținut controlul asupra vechilor cetăți ale vikingilor din Scandinavia. Hansa avea o flotă proprie și întreținea agenții în alte orașe, începînd cu Steelyard din Londra și pînă la Novgorod, care se bucurau de dreptul de exterritorialitate. Concentrîndu-și interesul asupra cumpărării de materii prime din țări depărtate și a vînzării acestora sub formă de produse finite, ea a frînat dezvoltarea industriei în afara orașelor ei.

Extinderea razei de acțiune a ligilor orașelor a amînat conflictul intern în sînul orașelor, dar nu i-a înlăturat cauzele. Pe de altă parte, negustorii străini nu puteau să-și mențină la infinit dominația comercială asupra țărilor ale căror resurse locale se dezvoltau pe zi ce trecea. Anglia, de exemplu, a fost pînă în secolul al XV-lea o țară exportatoare de lînă brută, lînă care se prelucra în Flandra și în Italia.^{3:32a} Din punct de vedere financiar, ea a fost dominată de lombarzi, florentini și hanseatici. De fapt, devenise o țară semicolonială, deși, întocmai ca și coloniile nord-americane din secolul al XVIII-lea, poseda resurse suficiente, încît independența ei economică era numai o chestiune de timp. Emanciparea Angliei a început o dată cu dezvoltarea prelucrării lînii în țară încă din secolul al XIV-lea.

În orașele medievale cele mai înaintate, cele ale Italiei și ale Țărilor de Jos, dominația membrilor bogați ai breslelor a stîrnit răscoale ale meșteșugarilor, ca aceea a ciompilelor din Florența în 1378 sau cele ale țesătorilor din Bruges, Liège și Gand între 1302 și 1382. Deși victorioase, aceste răscoale n-au dus la instaurarea unor democrații orașenești de tip grecesc, întrucît orașele medievale erau situate în regiuni rurale feudale mult mai dezvoltate și mai populate. Dimpotrivă, rezultatul final al luptelor fie lăuntrice, fie dintre orașe a fost întărirea puterii regilor feudali, a prinților negustori sau a căpitanilor mercenari (*condottieri*), care au acaparat puterea în Italia. Aceasta avea să ducă la întemeierea statelor națio-

nale din epoca Renașterii, state încă feudale în esență, dar având ca centre orașele. Din acest nucleu burghez avea să se dezvolte, dar mult mai târziu, sistemul capitalist.

Comerțul și matematica

Rezultă deci că trebuie să ne îndreptăm privirile spre mase dacă vrem să urmărim dezvoltarea ideilor și mai ales a științei în evul mediu târziu. Acolo avea loc un proces de maturizare a unei noi intelectualități, formată din buni creștini, însă care erau în mare măsură independenți de biserică și, într-un anumit grad, chiar în opoziție cu ea, căci biserica rămânea în continuare cea mai mare proprietară de latifundii și era ferm atașată sistemului feudal. La început însă interesele lor n-au prea avut de ce să se ciocnească, noua burghezie fiind preocupată mai mult de profituri și de fast decât de credință. Aritmetica comercială, măiestria în meserie și arta o interesau mult mai mult decât disputele dintre școli. Abia mai târziu, când a constatat că biserica reprezintă un obstacol în calea creșterii bogăției și puterii ei, burghezia avea să devină cea mai înfocată susținătoare a Reformei.

Cifrele arabe, introduse de Leonardo Fibonacci în 1202, și au găsit principala utilizare în contabilitatea comercială. În decurs de câteva decenii, cele patru operații fundamentale ale aritmeticii, care pînă atunci rămăseseră un mister cunoscut doar de o mînă de matematicieni, au devenit un obiect de studiu obligatoriu pentru orice practicant comercial. S-a creat totodată un larg cerc de oameni în stare să prețuiască matematicile. Ca urmare a acestei dezvoltări a apărut algebra simbolică, semnele + și —, folosite la început pentru a nota surplusul sau lipsa la cîntar. Același interes mercantil a făcut ca la început să fie puse la punct, iar mai târziu să fie îmbunătățite tabelele astronomice și să se întocmească noi hărți pentru uzul navigației.

Artă și știință

Creșterea averilor comercianților a dat un nou impuls artei, schimbîndu-i totodată obiectivele și stilul. Deși se exprima încă într-o formă religioasă, ea nu mai era arta bisericască de la începutul evului mediu, așa cum este întru-chipată în catedralele gotice. Imagini din natură au luat locul simbolismului teologic. Artă devenea totodată mai laică și mai naturalistă. O bună parte a bogățiilor acumulate de comercianți era cheltuită pentru construirea de palate și achiziționare de picturi. Noi bogătași făceau acest lucru fie din plăcere, fie din considerente de prestigiu.^{1.32} Numărul meș-

teșugarilor creștea, iar procedeele lor tehnice se îmbunătățeau mereu. Producția de textile, de obiecte din ceramică, sticlă și metal oferea destule stimulente și posibilități ca să se efectueze cercetări practice privind proprietățile fizice și chimice ale materiei. Acestea aveau să ofere baza materială a renașterii științei. Terenul pentru deplina înflorire a Renașterii era pregătit.

6. 8. Realizările evului mediu

Moștenirea lăsată de evul mediu a fost în esență de natură economică, tehnică și politică. Contribuția intelectuală a acestei epoci n-a fost prea trainică. În timp ce temelia pusă de economia feudală și transformată de comerțul orășenesc a putut să fie pusă în continuare în slujba realizărilor noi ale Renașterii și ale revoluției industriale fără să fie nevoie de sfărîmarea ei, concepțiile evului mediu au trebuit să fie categoric înlăturate înainte ca o nouă filozofie științifică să le poată lua locul. Aceasta nu înseamnă o nesocotire a meritelor învățaților din evul mediu, care au făcut un uriaș efort intelectual pentru a reconstitui și a-și însuși elementele științei clasice. Totuși, din motivele examinate anterior, ei s-au dovedit tot atât de puțin capabili, ca și arabii mai înainte, să facă un pas mai departe de limitele atinse de Aristotel cu aproape 2 000 de ani în urmă.

Contribuția evului mediu a fost, fără îndoială, mai desăvârșită decât cea a arabilor. Evul mediu a contribuit la stabilirea principiilor metodei științifice. La începutul acestei perioade, Robert Grosseteste a formulat dubla metodă a ana-

TABELUL 3. Știința și feudalismul. Salvarea moștenirii grecești
(cap. 5 și 6)

Acest tabel cuprinde o perioadă de 900 de ani, din anul 500 pînă în 1 400. De-a lungul acestei perioade, conținutul gândirii științifice — care nu a constituit un serios progres — este în esență grecesc și reprezintă, de fapt, o continuare directă a celei din perioada reprezentată în tabelul 2. În contrast cu perioada anterioară, regiunile în care știința a fost cultivată erau răspîndite pe o întindere mult mai mare, iar centrele de interes pentru știință s-au deplasat cu timpul. Alexandria, Siria, Persia, Asia centrală, India, China au fost cele mai active în prima parte a acestei perioade. Spania, Italia, Franța, Anglia și Țările de Jos în partea a doua. Se poate vedea că, în afară de un scurt avînt al activității sub Iustinian, celelalte trei perioade de avînt importante, dar nu de proporții prea mari, au avut loc în Asia islamică în secolul al IX-lea, în Spania islamică în secolul al XI-lea și în Franța în secolul al XIII-lea. Este greu să se stabilească data exactă a apariției unor invenții tehnice care aveau să fie hotărîtoare în faza următoare a dezvoltării societății, ca, de exemplu, busola și praful de pușcă. Tot ce se poate indica este data aproximativă a apariției lor în Europa.

ANII	ROMANIA IN TIMPURI	MOMENTENTIMUL POLITIC SI SOCIAL	FILOZOFIA SI STINTA
Trecerea la feudalism (cap. 5)	Construirea catedralei Sf. Sofia Aducerea mătăsii în Europa din China	Justinian încheie Acordul din Atena Universitatea persană din Jundișapur	<i>Dionysius</i> — teologia mistică <i>Filopon</i> — doctrina antiaristotelică a impulsului <i>Ariabhatta</i> { Astronomi și matematicieni indieni <i>Varahamihira</i> { dezvoltarea numeratiei zecimale, zero
	Xilografia în China	Dinastia Tan în China Misiunea lui <i>Mahomed</i> , răspândirea islamismului în Persia, Africa și Spania	<i>Brahmagupta</i> — algebra și trigonometria <i>Severus Sebokti</i> — introducerea numerelor indiene în Siria Traduceri din greacă în siriană <i>Geber</i> — întemeietorul legendar al chimiei islamice
	Folosirea plugului cu roți și a asolamentului cu trei sole în Europa de nord	Califatul Abbasizilor Întemeierea Bagdadului <i>Carol cel Mare</i> <i>Harun al-Rasid</i> Invasia normanzilor și ungurilor în Europa	Traduceri din sanscrită, siriană și greacă în arabă Edificiul științei <i>Al-Kindi</i> — primul filozof arab <i>Erigena</i> — primul filozof european Apariția sufismului, misticism alchimist neoplatonic <i>Al-Fargani</i> — întemeietorul astronomiei islamice <i>Razes</i> — medicina și chimia <i>Abul Vefa</i> — trigonometria <i>Al-Horezmi</i> — algebra <i>Beda</i> — primul istoric al creștinismului <i>Al-Masudi</i> — geometria
	Vikingii perfecționează corăbiile cu pânze Apariția în Europa a jugului pentru cai, a potcoavelor și a scării de șa, aduse din China	Prăbușirea califatului	
1000	Mori de vânt în Persia Folosirea lentilelor	Reforma bisericii Lupta între papi și împărați	<i>Avicenna</i> — medicina și fizica <i>Alhazen</i> — întemeietorul opticii <i>Arsachel</i> — tabelele toledane, orbita eliptice <i>Al-Ghazzali</i> — reînnoșarea la misticism <i>Omar Khayyam</i> — matematica
— 1100	Alcoolul Hirtia în Spania Sticla colorată Mori de vânt în Franța Busola marină	Ascensiunea orașelor italiene Invasia turcilor selgiucizi Prima cruciadă Comune în Flandra	<i>Pierre Abellard</i> — Universitatea din Paris, începutul scolasticismului <i>Averroes</i> — sistemul aristotelic-islamic <i>Maimonide</i> — sistemul aristotelic-evreiesc
1200	Apariția prafului de puzoă <i>Villard de Honnecourt</i> — dispozitive mecanice și pendule	Împăratul <i>Frederic al II-lea</i> Prădarea Bagdadului de către mongoli	Traduceri din arabă în latină, <i>Leonardo Fibonacci</i> din Pisa — introducerea cifrelor arabe în Europa <i>Robert Grosseteste</i> — știința în sprijinul credinței <i>Roger Bacon</i> , <i>Petrus Pelerinus</i> — folosirea în practică a experiențelor și științei <i>Albertus Magnus</i> , <i>Toma d'Aquino</i> — sistemul aristotelic-creștin
1300	Folosirea ochelarilor Folosirea tunurilor în război Corăbii cu oțel la pupă Pictura în ulei	Schisma papalității Războiul de 100 de ani Ciurma Răscoalele țărănești	<i>Al-Tusi</i> — tabela ilkhanică <i>Raimundus Lullus</i> — misticism sufic și alchimie <i>Duns Scot</i> , <i>William de Occam</i> — nominalismul Decadența scolasticismului <i>Buridan</i> , <i>Oresme</i> — dezvoltarea teoriei impulsului
1400	Tiparul	Sfârșitul schismei	<i>Ibn-Haldun</i> — știința istoriei <i>Nicolaus Cusanus</i> — ipoteză cu privire la mișcarea Pământului <i>Ulugh-Beg</i> — observatorul din Samarkand
— 1450		Răscoala husită	

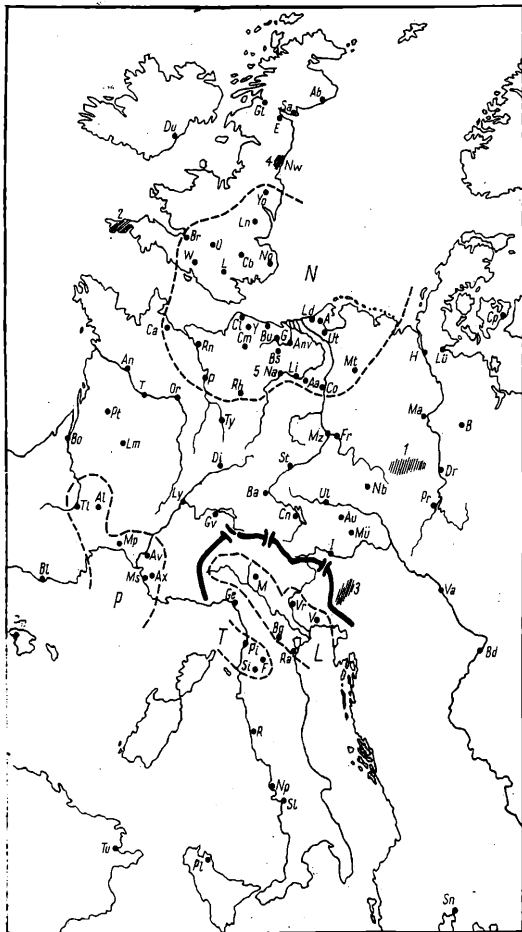
lizei și sintezei sau a inducției și deducției în mod tot atât de clar cum avea s-o enunțe Newton peste 500 de ani.^{3.16} Însă o metodă pentru a cărei folosire lipsesc și dorința și mijloacele este nu numai inutilă, ci, prin mulțumirea de sine la care dă loc constituie chiar o piedică în calea progresului.

Cauza fundamentală care a făcut ca acest progres să întârzie atât de mult îl constituie faptul că în economia feudală, atât islamică, cât și creștină, nu exista nici o posibilitate de a utiliza cu vreun folos practic știința rațională. Suveranii socoteau că pentru scopurile astrologiei merită să subvenționeze astronomia. Alchimia, deși poate că a contribuit la unele îmbunătățiri în tehnica chimiei, avea prea puține elemente raționale, teoriile ei avînd aproape în întregime un caracter pur magic. Atîta vreme cît științei i se cerea, în primul rînd, să furnizeze material pentru sprijinirea teologiei, nu avea nici un rost să i se pretindă mai mult decît o analogie formală cu

HARTA 3. *Europa medievală*

Această hartă înfățișează repartitia orașelor și centrelor științifice în epoca evului mediu creștin, examinată în cap. 6. Ea scoate în evidență concentrarea lor în centrul Europei (p. 211 și urm.) și cele două căi comerciale principale, a Ronului și Rinului, de fiecare parte a barierei alpine. Patru regiuni sînt în special indicate ca centre ale înviorării economice: regiunea Mării Nordului (N), cele două regiuni italiene — Lombardia (L) și Toscana (T) —, regiunea mediteraneană occidentală, formată din Provence și Languedoc (P), care pot fi extinse spre a include Barcelona și Insulele Baleare. Regiunile economice embrionare, de asemenea notate, sînt minele de aramă și argint ale Saxoniei (1), minele de cositor din peninsula Cornwall (2), minele de fier din Stiria (3) și zăcămintele carbonifere din Newcastle (4) și Belgia (5).

Aa — Aachen	E — Edinburg	O — Oxford
Ab — Aberdeen	F — Florența	Pl — Palermo
Ax — Aix	Fr — Frankfurt	Pm — Palma
Al — Albi	G — Gand	P — Paris
A — Amsterdam	Gv — Geneva	Pl — Pisa
An — Angers	Ge — Genua	Pt — Poitiers
Anv — Anvers	Gl — Glasgow	Pr — Praga
Au — Augsburg	H — Hamburg	Ra — Ravena
Av — Avignon	Ld — Leyda	Rh — Rheims
Bl — Barcelona	Li — Liège	R — Roma
Ba — Basel	Lm — Limoges	Rn — Rouen
B — Berlin	Ln — Lincoln	Sa — St. Andrews
Bg — Bolonia	L — Londra	Sl — Salerno
Bo — Bordeaux	Lü — Lübeck	Sn — Salonic
Br — Bristol	Ly — Lyon	Sl — Siena
Bu — Bruges	Ma — Magdeburg	St — Strasbourg
Bs — Bruxelles	Mz — Malența	Tl — Toulouse
Bd — Buda	Ms — Marsilia	T — Tours
Ca — Caen	M — Milano	Ty — Troyes
Cl — Calais	Mp — Montpellier	Tu — Tunis
Cm — Cambral	Mü — München	Ul — Ulm
Cb — Cambridge	Mt — Münster	Ut — Utrecht
Co — Colonia	Na — Namur	V — Veneția
Cn — Constanța	Np — Neapole	Vr — Verona
Cp — Copenhaga	Nw — Newcastle	Va — Viena
Di — Dijon	No — Norwich	W — Winchester
Dr — Dresda	Nb — Nürnberg	Y — Ypres
Dn — Dublin	Or — Orleans	Yo — York



fenomenele din jur ; nu exista nici o nevoie ca aplicarea practică să fie verificată prin experiență. În consecință, de-a lungul evului mediu, știința s-a limitat în cea mai mare parte la studiul cărților și la dispute. Succesele intelectuale care aveau să vină mai târziu au datorat prea puțin scolasticilor, cu excepția stimulentului născut din dorința de a dovedi că scolasticii greșeau. Aceste succese aveau să apară mai curînd din îmbinarea redescoperirii a tot ceea ce a fost mai bun în gîndirea clasică cu noile metode experimentale inspirate de noul interes de ordin practic pentru lumea naturii și pentru meșteșuguri.

O mult mai mare însemnătate pentru viitor decît gîndirea medievală o prezintă bilanțul impresionant al dezvoltării tehnicii în domeniul producției și transporturilor, precum și moștenirea unor probleme practice dificile a căror rezolvare reclama efortul gîndirii inventive. La începutul volumului am ridicat problema : ce anume a determinat timpul și locul nașterii științei moderne (p. 31) ? Răspunsul poate fi dat, în parte, pe baza acestor considerente. Dintre moștenitorii primului mare avînt al științelor naturii din epoca greacă, numai Europa occidentală a avut condițiile necesare să facă un pas înainte. Prin secolul al XV-lea, lumea islamului a dat faliment economic, fiind ruinată de războaiele interne și de invazii. Cu toate succesele repurtate ulterior de turci și de mongoli, ea își pierduse avîntul intelectual. Religia ei încetase să mai fie liberală, transformîndu-se într-un ortodoxism îngust. India devenise un cîmp de bătălie între valurile de năvălitori islamici și un hinduism încremenit într-o structură de caste, care oferea o stabilitate, însă în dauna oricărei posibilități de progres. China își păstra vechea ei cultură, însă cu un sistem de stat care o împiedica de patru sute de ani — și care avea s-o mai împiedice — să facă pasul necesar pentru îmbinarea tehnicii cu învățătura din cărți.

În Europa la sfîrșitul evului mediu, cultura nu se găsea, din punct de vedere material sau chiar intelectual, la un nivel mai înalt decît în marile imperii asiatice. (Numai din relativa lipsă de stabilitate și uniformitate în formele ei economice și sociale se putea întrezări că ea promite mai mult. Oricît de mare era autoritatea tradiției, aceasta era pretutindeni și mereu zdruncinată de urmările conflictelor dintre interesele diferite ale orașului și satului, ale bisericii și statului. Iar autoritatea papii sau a împăratului, ei înșiși de cele mai multe ori ostili unul față de celălalt, nu era suficientă pentru a impune vreo limită rigidă transformărilor în curs.

Într-un sistem feudal, care a imprimat evului mediu caracterul său specific, începuse să manifeste, către sfârșitul secolului al XIV-lea, toate semnele unei apropiate prăbușiri. Aceasta nu constituia însă un semn de declin social, deoarece pe plan economic și tehnic existau în multe locuri neîndoielnice dovezi de progres. În timp ce vechea societate era în agonie, o societate nouă îi lua locul, o societate capabilă să folosească în mult mai mare măsură avantajele oferite de resursele naturale ale Europei și de munca popoarelor ei decât o făcuseră seniorii și prelații evului mediu.

PARTEA A IV-A

NAȘTEREA ȘTIINȚEI MODERNE

INTRODUCERE

Dezvoltarea orașelor, a comerțului și a industriei, ajunsă la un nivel destul de înalt spre sfârșitul evului mediu, avea să se dovedească incompatibilă cu economia feudală. Transformările care se maturizau încetul cu încetul în adâncurile orînduirii feudale au ieșit în cele din urmă la suprafață, prin instaurarea cînd ici, cînd colo a unei noi ordini în economie și în știință. Dispunînd de metode tehnice și de mijloace de transport îmbunătățite, precum și de piețe mai largi de desfacere, producția de mărfuri a luat proporții din ce în ce mai mari. Orașele care constituiau aceste piețe jucaseră timp îndelungat un rol secundar, aproape parazită, în economia feudală ; în secolul al XV-lea însă, burghezia devenise atît de puternică, încît începuse să transforme această economie într-o altă economie, în care factorul determinant al modului de producție a devenit retribuția în bani a muncii în locul prestațiilor obligatorii. Burghezia și sistemul economic capitalist pe care ea l-a creat au triumfat însă numai după crîncene lupte politice, religioase și de idei. Firește, acest proces de transformare s-a desfășurat încet și în mod inegal. Deși el începuse încă din secolul al XIII-lea în Italia, burghezia nu și-a putut impune dominația decît spre mijlocul secolului al XVII-lea, chiar și în țările cele mai dezvoltate, ca Anglia și Olanda. A trebuit să mai treacă încă un secol pînă cînd această clasă să-și instaureze puterea în întreaga Europă.

Aceeași perioadă, 1450—1690, care a fost martora dezvoltării capitalismului ca principal mod de producție, a cunoscut și folosirea tot mai mare a experiențelor și a calculului matematic ca nouă metodă a științelor naturii. Această trans-

formare a avut un caracter extrem de complex ; schimbările în metodele tehnice au dus la știință, iar știința, la rîndul ei, avea să ducă la noi și mult mai rapide schimbări în tehnică. Această complexă revoluție tehnică, economică și științifică reprezintă un fenomen social unic. Importanța ei întrece mult, în ultimă analiză, chiar și pe aceea a descoperirii agriculturii, care făcuse posibilă însăși civilizația, deoarece, datorită științei, ea conținea în sine posibilitățile unui progres infinit.

Problema originii științei moderne este recunoscută, în sfîrșit, ca una dintre cele mai importante probleme ale întregii istorii. Profesorul Butterfield ^{3.1} afirmă, de exemplu, că „așa-numita revoluție științifică... pune totul în umbră, începînd de la apariția creștinismului, și reduce Renașterea și Reforma la rangul de simple episoade, simple modificări launtrice în cadrul sistemului creștinismului medieval... Aproape că nu există alt domeniu în care să prezinte mai mult interes pentru noi... procesele concrete aflate la baza unei anumite prefaceri istorice, a unui anumit capitol al dezvoltării intelectuale“. Deși nu sînt de loc de acord cu analiza cuprinsă în studiile lui Butterfield, recunosc întrutotul importanța problemei.

Dezvoltarea capitalismului și cea a științei sînt prea strîns legate între ele pentru ca această legătură să poată fi exprimată în termenii simpli de cauză și efect. Se poate afirma însă că la începutul perioadei examinate predomina factorul economic. Tocmai condițiile în care s-a dezvoltat capitalismul au făcut posibilă și necesară apariția științei experimentale. Spre sfîrșitul perioadei a început să se facă simțit efectul contrar. Succesele practice ale științei pregătiseră următoarea etapă importantă a progresului tehnic, revoluția industrială. Aceasta a fost deci perioada în care științele naturii au trecut de punctul critic, asigurîndu-și un loc permanent ca parte a forțelor de producție ale societății. În perspectiva mai largă a istoriei, acest fapt este mult mai important decît evenimentele politice sau economice din acea vreme, deoarece capitalismul reprezintă numai o fază trecătoare, în evoluția economică a societății, pe cînd știința este un bun pentru totdeauna cîștigat de omenire. Dacă la început capitalismul a făcut posibilă știința, la rîndul ei știința face inutil capitalismul.

La începuturile sale însă, cînd sfărîma lanțurile feudalismului în descompunere, capitalismul era viguros și în plină extindere. Folosirea invențiilor tehnice de la sfîrșitul evului mediu a permis agriculturii, manufacturii și comerțului să se dezvolte și să se răspîndească în regiuni din ce în ce mai întinse. Necesitățile materiale ale progresului economic au dus la o dezvoltare tot mai mare a metodelor tehnice, mai ales a celor folosite în minerit, în meșteșugul armelor și în navigație. Acestea, la rîndul lor, au dus la noi probleme, ridicate de parti-

cularitățile noilor materiale și procese, ceea ce a pus la grea încercare știința perioadei clasice, în care nu avuseseră loc descoperiri ca cea a busolei și a prafului de pușcă. Călătoriile întreprinse cu scopul de a face descoperiri geografice au arătat cât de limitată fusese experiența antichității și au accentuat nevoia găsirii unei noi filozofii, cu orizont mai larg și cu posibilități mai mari.

La începutul secolului al XVII-lea, o burghezie nouă și întreprinzătoare era în măsură să răspundă acestui imbold și să creeze bazele științei experimentale. Ca și negustorii care se aventurau pe drumuri necunoscute, noii oameni de știință s-au organizat și ei în societăți. Încă înainte de sfârșitul secolului, un mic grup de oameni capabili au reușit să rezolve problemele centrale ale *mecanicii* și *astronomiei*. Ei au realizat astfel mai mult decât realizase vreodată știința antichității, și anume au dat un ajutor practic acolo unde era necesar : în navigație. Acesta a fost însă numai un mic început : adevăratul lor triumf a constat în impulsul viu pe care l-au dat studiului științific al tehnicii și al naturii, precum și elaborării noilor metode *experimentale* și *matematice* pentru analizarea și rezolvarea problemelor tehnice și științifice, care aveau să dea *roade* bogate abia în secolele următoare. Pînă la sfârșitul secolului al XVII-lea, știința a avut mult mai mult de *cîștigat* din reînnoirea contactului ei cu munca practică decît a avut de *oferit* în domeniul îmbunătățirilor radicale în tehnică.

Revoluția științifică

Principalul obiectiv al cap. 7 este cercetarea cursului urmat de dezvoltarea noii științe din momentul critic în care s-a născut și a început să se dezvolte pînă cînd a atins maturitatea teoretică. Este necesar, în primul rînd, să se arate legătura științei cu noile forțe sociale ale Renașterii și Reformei și apoi să se examineze cum au determinat realizările științei tehnologia epocii moderne, cum au determinat ele concepțiile acestei epoci. Transformarea produsă în domeniul concepțiilor științifice în această perioadă a fost, într-adevăr, mult mai adîncă decît schimbările produse în concepțiile politice și religioase, oricît de importante ar fi părut acestea la vremea lor. Această transformare a reprezentat o adevărată *revoluție științifică*, în cursul căreia a fost dărîmat întregul edificiu al concepțiilor moștenite de la greci și canonizate deopotrivă de teologii musulmani și creștini, în locul lui construindu-se un sistem cu totul nou. Locul vechiului tablou calitativ, continuu, limitat și religios, pe care scolasticii musulmani și creștini îl moșteniseră de la greci, l-a luat un nou tablou al lumii, cantitativ, atomist, incomparabil lărgit și laic. Universul ierarhizat al lui

Aristotel a cedat locul mecanismului universal al lui Newton. În cursul acestei perioade de tranziție, critica distructivă și critica constructivă s-au împletit în așa fel încât este imposibil de trasat o linie de demarcație între ele.

Acastă înlocuire a unei concepții despre lume cu alta n-a fost decât un simptom al unei noi orientări în domeniul cunoașterii. Știința a fost transformată dintr-un mijloc de împăcare a omului cu lumea așa cum este, cum a fost și cum va fi ea totdeauna pînă în ziua de apoi într-un mijloc de control al omului asupra naturii prin cunoașterea legilor ei eterne. Această nouă atitudine a fost ea însăși un produs al noii preocupări pentru bunăstarea materială și a determinat o redescoperire a interesului oamenilor de știință pentru practica ocupațiilor meșteșugărești. În felul acesta, Renașterea a înlăturat, deși numai în parte, ruptura dintre teoria aristocratică și practica plebeiană, ruptură care s-a creat o dată cu apariția societății împărțite în clase în primele faze ale civilizației și care a lăsat marile posibilități intelectuale ale grecilor.

Pentru a înțelege corect cum a prins formă știința modernă, este necesar să examinăm transformarea începută în timpul Renașterii atît sub aspect practic, cît și teoretic. Scriitorii care s-au ocupat de istoria științei au subliniat, de obicei, numai acest din urmă aspect, astfel că au privit întreaga transformare fie ca o trecere de la concluzii greșite la concluzii juste (premisele nefiind puse la îndoială), fie ca o chestiune de observare mai atentă și de apreciere mai corectă a unor fapte evidente. Faptul că nici una dintre aceste două interpretări nu este cea corespunzătoare, rezultă și din aceea că nici una nu explică coincidența în timp și spațiu a progresului economic, tehnic și științific și nici coincidența dintre problemele care s-au aflat în atenția oamenilor de știință și problemele tehnice care au preocupat grupurile conducătoare ale societății.

Pe de altă parte, ar fi la fel de greșit dacă am ține seama numai de aceste preocupări tehnice. Trebuie să luăm în considerare, în egală măsură, atît manifestările intelectuale, cît și interesul material. Aspectele ideologice ale luptei duse de burghezia în ascensiune și-au pus pecetea atît asupra ideilor științifice, cît și asupra celor religioase din aceste secole de tranziție. Într-adevăr, contestarea unor concepții care fuseseră acceptate timp de secole nu putea să se producă decât într-o perioadă în care întreaga bază a societății era pusă în discuție.

Spre deosebire de transformările din trecut, cînd noua știință fie că s-a ridicat pe ruinele celei vechi, cum s-a întîmplat la sfîrșitul Imperiului roman, fie că a fost transmisă de la o cultură la alta, ca, de pildă, la începutul evului mediu, revoluția care a dat naștere științei moderne s-a petrecut fără nici o astfel de întrerupere a continuității și fără vreo influență

din afară. Aceasta scoate și mai mult în evidență faptul că în noua societate s-a construit un sistem de gândire cu totul nou, din elementele provenite direct din cele vechi, dar transformate de ideile și acțiunile oamenilor care făceau revoluția. Vechea cultură feudală fusese pusă la încercare și se dovedise a fi nesatisfăcătoare. Ea n-a putut să supraviețuiască conflictelor pe care ea însăși le generase. Noua clasă burgheză, pe care feudalismul o ridicase la suprafață, trebuia să găsească un sistem social nou, propriu, și să elaboreze un sistem de idei nou, propriu. Oamenii Renașterii și ai secolului al XVII-lea înțelegeau, fără îndoială, că rup cu trecutul, oricât de mult datorau — poate fără ca să-și dea seama — acestui trecut.

Revoluția științifică prezenta un aspect caracteristic, prin care se deosebea de transformările anterioare : desfășurarea i-a fost înlesnită, mai ales la început, de conștiința faptului că ea constituia o reîntoarcere la ideile unei culturi mai vechi, mai impunătoare și mai filozofice. Autoritatea anticilor a putut să fie și a și fost folosită de inovatori autentici, ca, de exemplu, Copernic și Harvey (p. 278 și urm., 302 și urm.), ca o dovadă nu mai puțin importantă decât mărturiile simțurilor. Problema consta pe atunci nu atât în respingerea oricărei autorități, cât în susținerea uneia împotriva alteia. Umanistul era liber să aleagă una dintre autoritățile consacrate și putea s-o aleagă după criterii proprii. Redescoperirea, cel puțin în parte, a celor mai bune opere matematice ale antichității clasice, în special a celor ale lui Apollonius și Arhimede, a contribuit la lichidarea monopolului lui Aristotel. Chiar și Platon, ca matematician și nu ca teolog, putea să constituie o sursă de inspirație. Într-un anumit sens, fără îndoială în cel mai bun sens, noua știință a provenit direct de la antici, deoarece numai prin folosirea metodelor lor au fost în stare oamenii noii ere să răstoarne vechile concepții și să depășească vechile înfăptuiri.

Principalele faze ale trecerii spre știința nouă

Pentru a înțelege cum s-a desfășurat de fapt procesul de creare a noii științe, este indicat să împărțim întreaga perioadă a revoluției științifice în trei faze, pe care le-am putea numi : faza Renașterii (1440—1540), faza războaielor religioase (1540—1650) și faza Restaurației (1650—1690). Trebuie să se țină seama însă că acestea nu reprezintă trei epoci net deosebite și opuse, ci trei faze ale unui proces unic de transformare a științei în condițiile trecerii de la economia feudală la cea capitalistă.

În domeniul politic, prima fază (7.1—7.3) cuprinde Renașterea, marile călătorii pe oceane și Reforma, precum și răz-

lunile care au pus capăt libertății politice în Italia și au dus la ridicarea Spaniei la rangul de prima mare putere mondială.

În faza a doua (7.4—7.6), rezultatele descoperirii Americii și a Orientului pentru comerțul și pirateria europeană au început să se facă simțite printr-o criză a prețurilor, care a zdruncinat întreaga economie a Europei. Tot în această epocă au avut loc și nesfârșite războaie religioase în Franța și Germania. De o importanță mult mai mare pentru istorie este faptul că la începutul acestei perioade a fost creată republica burgheză în Olanda, iar la sfârșitul ei republica burgheză în Anglia.

A treia fază (7.7—7.9) a fost o fază de compromis politic. Deși conducerea statelor era monarhică, marea burghezie deținea frâiele puterii în toate țările care se aflau în progres economic. Cu tot fastul de la curtea regelui-soare de la Versailles, tonul epocii l-au dat olandezii. În Anglia, această fază a marcat începuturile monarhiei constituționale și ale unei rapide dezvoltări a comerțului și industriei.

Progresele corespunzătoare în știință au constat, în prima fază, în atacul împotriva imaginii generale a lumii, pe care evul mediu o împrumutase de la perioada antichității clasice. Acest atac și-a găsit expresia în special în respingerea de către Copernic a cosmologiei geocentrice a lui Aristotel și în înlocuirea acestei cosmologii printr-una heliocentrică, conform căreia Pământul este și el o planetă ca toate celelalte.

În a doua fază, acest atac a fost susținut cu pricepere, împotriva unei opoziții îndârjite, de Kepler și Galilei, iar apoi extins de către Harvey și în domeniul studiului corpului omenesc. Această extindere s-a realizat prin folosirea noilor metode experimentale. În același timp au apărut și primii profesori ai noii epoci în știință: Bacon și Descartes.

Faza a treia a adus triumful noii științe, dezvoltarea ei rapidă, cucerirea unor noi domenii de către știință și înființarea primelor societăți științifice. Aceasta este epoca lui Boyle, Hooke și Huygens, a noii filozofii matematice-mecanice. Munca începută de multe mâini și minți s-a încheiat cu formularea de către Newton a „Principiilor matematice ale filozofiei naturale”. Pe această temelie se simțea că pot fi construite cu încredere celelalte științe. Finalitatea a cedat locul cauzelor mecanice, iar universul ierarhic al evului mediu a fost înlăturat și înlocuit cu un altul. De acum înainte particulele independente puteau să acționeze liber una asupra alteia, fiind guvernate de constituția invizibilă a legilor naturii. La rîndul ei, cunoașterea acestor legi a fost considerată drept cheia pentru stăpînirea forțelor naturii și punerea lor în slujba omului. Locul contemplației sublime l-a luat acțiunea utilă.

CAPITOLUL al 7-lea

REVOLUȚIA ȘTIINȚIFICĂ

7. 1. Prima fază: Renașterea (1440—1540)

Prima fază a trecerii de la feudalism la capitalism este perioada care cuprinde mișcările Renașterii și Reformei, deși acestea, cu antecedentele și efectele lor, se întind asupra unei epoci mai îndelungate. Sistemul economic al producției de mărfuri pentru o piață dominată de plata în bani a apărut în diferite orașe încă din secolul al XII-lea. El a devenit forma predominantă a economiei pentru prima oară în secolul al XV-lea, pe un teritoriu îngust care se întindea din Italia, prin Germania de sud și Renania, pînă în Țările de Jos. Totuși, pe acest teritoriu, numai în Italia, orașele mai mari, ca Veneția, Genova, Florența și Milano, au devenit independente din punct de vedere politic și economic și au fost în măsură să creeze strălucita civilizație artistică și intelectuală a Renașterii. În Italia, aceasta nu a atras după sine ruptura cu biserica, deoarece scaunul papal din Roma strîngea venituri frumoase din ofrandele întregii lumi creștine. Altfel s-au petrecut lucrurile cînd mișcarea s-a întins în Germania și mai departe. Acolo ea a dus, pe de o parte, la revendicarea unei independențe religioase pe o bază națională, ceea ce și-a găsit expresia în Reforma luterană, și, pe de altă parte, la o luptă socială înversunată, care și-a găsit expresia în războiul țărănesc din 1525—1526 și în răscoala anabapțiștilor din Münster în 1533. Răscoale asemănătoare au avut loc în Ungaria, ba chiar și în catolica Spanie. Mai tîrziu, cînd Reforma s-a răspîndit mai departe în Țările de Jos, Anglia și Franța, a îmbrăcat forma și mai radicală a calvinismului, care cere înlăturarea întregii conduceri ierarhice a bisericii și introducerea eligibilității de-

mocratice atît în domeniul puterii civile, cît și în al celei ecleziastice.

Totuși, problema democrației nu avea să fie ridicată cu succés decît în etapa următoare. Forma puterii politice care avea să înlocuiască la început sistemul feudal al scării ierarhice urma să fie monarhia absolută. Puterea monarhului absolut se baza pe sprijinul negustorilor, ba se putea întîmpla ca monarhul să fie el însuși un negustor înnobilit, ca, de pildă, membrii familiei Medici. Restaurarea monarhiilor a marcat sfîrșitul puterii lumești a împăratului și a papii și, o dată cu aceasta, a întregii organizări a lumii medievale. În schimb au început să apară state naționale, cu nestatornice alianțe și mereu alte războaie între ele, conducînd la un *echilibru de forțe* nestabil, în care nici un stat nu și-a putut asigura supremația.

Curțile acestor regi sau prinți acordau patronaj noilor umaniști și oameni de știință, care acum nu mai depindeau de biserică. De fapt, situația intelectualilor ajunsese foarte asemănătoare cu cea din timpurile arabilor, cînd oamenii de știință erau totodată podoabele curților princiare. Exceptînd Italia, vechile universități medievale au rămas fortărețe ale ideilor feudale, împotrivindu-se noului suflu în învățămînt. Regele Francisc I al Franței a fost silit în 1530 să întemeieze Colegiul regal, astăzi Collège de France, pentru a face posibilă predarea științelor umaniste pe care Sorbona n-ar fi tolerat-o.

Renașterea și Reforma sînt două aspecte ale aceleiași mișcări pentru înlocuirea sistemului relațiilor sociale bazate pe un statut social ereditar ajuns în împas cu unul bazat pe cumpărarea și vînzarea mărfurilor și a forței de muncă. Principalul factor economic care a dat impuls acestei mișcări a fost extinderea rapidă a comerțului, care a devenit posibilă prin creșterea surplusului de produse disponibil. Acest surplus se datora îmbunătățirii mijloacelor tehnice, introduse în ultima perioadă a evului mediu, mai ales în domeniul agriculturii și al producției de țesături*. În același timp, surplusul de produse a crescut foarte mult și datorită perfecționărilor realizate în construcția de corăbii și în navigație. În tot cursul secolului al XV-lea, fluxul principal de mărfuri, în cea mai mare parte aproape exclusiv articole de lux, venea din Răsărit, în special prin Veneția și Germania, îmbogățind orașele Augsburg și Nürnberg și ajungea pînă în Țările de Jos și Anglia. De fapt, acestui comerț îi datoresc regiunile amintite poziția lor dominantă în ceea ce privește bogăția și cultura.

La sfîrșitul secolului însă, chiar în momentul culminant al Renașterii, vechiul mod de a face comerț s-a schimbat radical, și în această schimbare știința a jucat un rol hotărîtor. Dezvoltarea navigației avea să reducă traficul pe vechile și

costisitoare ale căi terestre care duceau spre piețele binecunoscute, deschizând totodată căi ieftine spre noi piețe nebănuite. Rezultatul cel mai impresionant al acestei perioade a fost descoperirea Lumii Noi, a Americii, însă o importanță mai directă au avut-o acapararea comerțului maritim cu Asia de către Portugalia și dezvoltarea rapidă a țărilor baltice și a Rusiei. Deplasarea căilor comerciale avea să modifice întreaga balanță economică a Europei. Comerțul Italiei și al Germaniei de sud a fost subminat complet, iar importanța lor politică și economică a început să scadă, deși influența lor culturală și tehnică avea să se mai resimtă un anumit timp. Locul lor a fost luat de puterile maritime, mai întâi de Portugalia și Spania, iar apoi, pentru o perioadă mai îndelungată, de Olanda și Anglia, care posedau resurse mai mari.

Profiturile provenite din comerțul cu Țările de peste mări au făcut posibilă pentru prima oară acumularea de capital fluid, adică de capital investit în întreprinderi productive și nu numai în pământ. Goana după profituri mai mari a dus la o dezvoltare rapidă a construcției de vase și a navigației, iar aceasta din urmă avea să exercite o influență hotărâtoare asupra nașterii științei moderne. Cu soldați plătiți în locul oștilor feudale, războaiele puteau fi purtate timp mai îndelungat, dar ele costau mai mult, astfel că au ajuns să fie tot mai mult cerute nu numai bronzul și fierul, ci și argintul și aurul. Mineritul și prelucrarea metalelor au luat un mare avânt. De asemenea au luat o mare amploare fabricarea prafului de pușcă și distilarea spiritului.

În ansamblu, aceasta a fost o perioadă de înflorire economică. Aproape pretutindeni în Europa a crescut nu numai producția industrială, ci și cea agricolă. Se găseau pe piață mai mult grâu, mai multe vite, mai mult pește. Este greu să se atribuie toate acestea progresului tehnic într-un anumit domeniu; ele au fost mai curînd rezultatul acumulării nenumăratelor perfecționări în diverse domenii, însoțite de răspîndirea mai rapidă a realizărilor prin intermediul noilor legături comerciale. Singurul progres tehnic radical și important a fost introducerea tiparului, despre care s-a vorbit în capitolul precedent (p. 242). Deși n-a constituit în sine o metodă de producție, tiparul a reprezentat unul dintre mijloacele cele mai eficace de răspîndire a progresului tehnic, după cum o arată numărul mare al primelor cărți tipărite cu teme din domeniul agriculturii, grădinăritului, al artei culinare și al meșteșugurilor.

Revoluția umanistă în concepții și idei

Dacă Renașterea ar fi marcat numai o îmbunătățire treptată sau chiar rapidă a condițiilor economice, ea n-ar ocupa

locul pe care-l deține în istoria lumii. Deosebita ei importanță în știință, artă și politică se datorește faptului că a fost o mișcare conștientă, și anume o mișcare conștient revoluționară. Nici aspectul intelectual, Renașterea a fost opera unui număr restrâns de oameni de știință și artiști. Aceștia s-au ridicat împotriva întregului mod de viață feudal și năzuiau să creeze un nou mod de viață, cât mai apropiat de acela al antichității clasice. Ei voiau să-i cunoască pe antici nu prin lungul lanț al tradiției, prin intermediul arabilor și al scolasticilor, ci direct: să dezgroape statui, să citească ei înșiși textele lor. Aceasta însemna întoarcerea la originalul grec și luarea unui contact direct nu numai cu gândirea lui Platon și a lui Aristotel, ci și cu aceea a lui Democrit și a lui Arhimede.

Mișcarea *umanistă* a început în Italia încă din secolul al XIV-lea, cu Petrarca și Boccaccio. Ceea ce prețuiau ei la clasic era mai curînd frumusețea expresiei și noblețea sentimentelor decît subtilitățile logicii. În măsura în care erau filozofi, ei erau platonicieni. Mișcarea umanistă avea să se răspîndească în Franța și în Europa de nord în secolul al XVI-lea, accentuîndu-se referirile ei la religie. Ea a adus cu sine pretutindeni respingerea ideilor specific feudale ale ierarhiei și o atitudine mai laică față de societate. Aceasta n-a însemnat însă o respingere a religiei și nici măcar a misticismului, ci mai curînd o deplasare a accentului spre o religie mai personală, care avea mai puțină nevoie de serviciile bisericii. Cultul individului, al virtuții, în vechiul sens roman al independenței demne, a devenit idealul.^{4.27}

În țările protestante au fost proclamate dreptul de a avea o opinie proprie sau predestinarea celor aleși. Aici, în aceste țări umaniste, prin reîntoarcerea la textele grecești și ebraice și prin traducerea acestora direct în limbile naționale, aveau să restabilească autoritatea Bibliei. Apelul la cuvîntul scris al Bibliei avea să înlocuiască respectarea normelor prescrise de succesorii sfîntului Petru. Toate acestea corespundeau sistemului etic al clasei comercianților, care nu accepta subordonarea feudală. Trecutul feudal era renegat cu înverșunare și, o dată cu el, arhitectura, pe care umanistii o numeau, în derîdere, gotică. Aceeași atitudine o aveau și față de filozofia scolasticilor, față de viața contemplativă a monahilor și de cerșetoria călugărilor rătăcitori.^{4.82} Pînă la urmă, însăși biserica catolică a fost nevoită să înfăptuiască o reformă și să accepte o ruptură cu trecutul ei medieval, aproape tot atît de radicală cum o cereau și reformatorii. Doctrina grației divine a reprezentat echivalentul papal al mîntuirii prin credință a protestanților. Papalitatea, care timp de un secol fusese în mîinile umanistilor toleranți, de o moralitate îndoielnică, însă

mari protectori ai artelor, avea să devină aproape tot atât de rigidă și încă mai intolerantă decât cel mai sever sectant protestant.

Plăcerile, arta și banii.

În țările catolice, ca și în cele protestante, Renașterea a marcat o categorică și deliberată ruptură cu trecutul. Fără îndoială că s-a păstrat mult din acest trecut, dar lucrurile au luat o nouă orientare. Formele medievale din economie, arhitectură, artă și gândire au dispărut pentru totdeauna, fiind înlocuite printr-o nouă cultură, capitalistă în economia ei, clasică în artă și literatură, științifică în modul de a cerceta natura.

Renașterea a fost o perioadă tulbure, dar dătătoare de speranțe, în comparație cu deznădejdea de la sfârșitul antichității clasice și cu resemnarea din epocile religioase care i-au urmat. În timpul Renașterii a existat o preocupare mai mică pentru viața viitoare și una mai mare pentru viața prezentă, preocupare care și-a găsit expresia într-o rapidă dezvoltare a artelor laice, a picturii, poeziei și muzicii. În fiecare formă de exprimare a artei a existat o mărturisire nouă și deschisă a bucuriei fizice. Marele profet al acestei perioade, doctorul François Rabelais (aprox. 1490-aprox. 1553), și-a ales ca moto pentru mănăstirea sa din Thelema, această comunitate ideală : „Fă ce vrei !“ (p. 734). ^{4.82} În mod teoretic, oamenii trăiau liber și gândeau cu îndrăzneală. În realitate însă, puțini își puteau îngădui acest lux, deoarece această viață nouă era costisitoare și trebuia plătită cu bani peșin. Banii deveniseră mult mai importanți decât fuseseră vreodată. Ca o consecință firească, s-a schimbat și atitudinea față de agonisirea lor. Orice mijloc era bun atâta timp cât asigura succesul : comerțul sau meșteșugul cinstit, inventarea unui nou mecanism folositor, deschiderea unei mine, jefuirea străinilor, cămătăria. Biserica putea să protesteze, dar, dacă insistă prea mult, cu atât mai rău era pentru ea, după cum a dovedit-o Reforma. Până și pentru magie se manifesta un interes nou, ca pentru un mijloc de a se ajunge la bogăție și putere, după cum ne arată legenda lui Faust. De fapt magia naturală aproape că nu se deosebea de știință. ^{1.43 ; 4.4}

Alianța meșteșugarului cu gânditorul

Fiind factorii esențiali în agonisirea și în cheltuirea banilor, meșteșugarii și artiștii nu mai erau atât de disprețuiți ca în timpurile clasice sau medievale. Artele puse în slujba ornamentării și a fastului — pictura, sculptura și arhitectura

— au înflorit și s-au dezvoltat în mai mică măsură, însă cu mult mai multă originalitate decât în timpul antichității clasice. Cu adevărat nou însă a fost respectul acordat meșteșugurilor practice — torsului, țesutului, olăriei, sticlăriei — și mai presus de toate meșteșugurilor care satisfăceau nevoile generale ale bogăției și războiului: mineritul și metalurgia. Mijloacele tehnice ale meșterilor au avut o importanță mai mare în Renaștere decât în timpurile clasice, deoarece acestea nu mai erau în mâinile sclavilor, ci în mâinile unor oameni liberi, iar meșteșugarii nu se mai găseau, ca în evul mediu, la o mare distanță, din punct de vedere social și economic, de conducătorii noii societăți. În Florența medievală, de exemplu, artiștii fuseseră membri ai corporației mai mari a medicilor și apotecarilor, *Medici e Speciali*; sculptorii erau situați mai jos, fiind incluși în corporația inferioară a zidarilor și cărămidarilor.⁴⁻¹⁷ La începutul secolului al XVI-lea însă, unii pictori și sculptori s-au bucurat deja de favorurile papilor și regilor, deși adeseori trebuiau să se zbată din greu pentru a obține plata muncii lor.

Îmbunătățirea poziției sociale a meșteșugarului a făcut posibilă reînnoirea legăturii dintre tradițiile sale și acelea ale gânditorului, care fuseseră rupte aproape de la începutul civilizațiilor primitive. Și unul, și altul aveau de adus o mare contribuție în știință: meșteșugarii puteau să adauge vechilor metode tehnice ale antichității clasice noile invenții care apăruseră în cursul evului mediu; gânditorii puteau să-și aducă contribuția în domeniul concepției despre lume, al ideilor și, poate, mai presus de toate al metodelor logice de argumentare — împrumutate de la greci prin intermediul filozofiei arabe și scolastice —, precum și în elaborarea unor noi metode de calcul. Îmbinarea celor două genuri de contribuții a avut nevoie de un anumit timp pentru a da rezultate, răspîndindu-se, la început oarecum treptat, în diferitele domenii ale cunoașterii și practicii. Dar, o dată ce aceste două elemente constitutive au fost unite, efectul eclatant al acestei uniri nu mai putea fi stăvilit. Principala sarcină intelectuală a Renașterii a constat, în esență, în redescoperirea și stăpînirea lumii meșteșugurilor și a naturii.

Cercetarea lumii

Renașterea a fost bogată în mari opere descriptive, care, toate la un loc, au acoperit întregul domeniu al experienței umane. Sfera preocupărilor Renașterii se oglindește în realizările aceluia om care a fost el însuși o chintesență a epocii, marile și universalul inginer, artist și om de știință, Leonardo da Vinci. Cele două mari realizări triumfale ale epocii sînt

expunerea clară a sistemului ceresc heliocentric — sistemul lui Copernic — în lucrarea sa „De revolutionibus orbium coelestium“ („Despre mișcările de revoluție ale corpurilor cerești“) ^{4.84} și prima anatomie amănunțită a corpului omenesc, descrisă în „De humani corporis fabrica“ („Despre structura corpului omenesc“) ^{4.109} a lui Vesalius, publicate amândouă

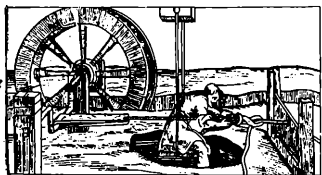
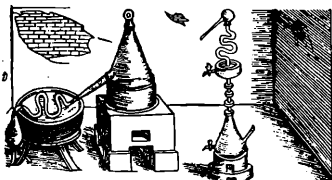


Fig. 8. ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA RENĂȘTERII (a) Laborator pentru încercarea metalelor prețioase (cupelația). O greutate cunoscută de minereu se amestecă cu plumb pur. Acestea se ard pînă se formează zgură. Picătura strălucitoare de argint obținută se cîntărește din nou și astfel se determină conținutul de metal în minereu (p. 85 și 271). (b) Alambicul pentru producția de alcooluri tari. În dreapta, un condensator cu reflux, în care se răcesc alcoolurile mai slabe și se reîntorc în condensator; în stînga, un alambic de distilare cu condensator cald scufundat într-un vas plin cu apă (p. 240 și 419). (c) Trefilare mecanică. O roată mînată cu apă acționează o manivelă care la fiecare jumătate de rotire trage sîrma prin placa de trefilare (p. 233).

(După Biringuccio, „Pirotechnia“.)

În același an, 1543. Acestea au fost primele lucrări care descriau cum trebuiau să apară sferele cerești și corpul omenesc unor oameni înzestrați, cu ochi destul de scrutați ca să vadă singuri și nu prin ochelarii somităților antichității. Ele au fost oferite și acceptate la început de noua societate laică, care învăța și ea să vadă și să experimenteze prin mijloace proprii. Abia după cîțva timp, cînd consecințele politice ale noii viziuni au început să se facă simțite, autoritățile s-au speriat și au încercat să împiedice răspîndirea ei, însă era prea tîrziu.

Aceste lucrări deosebit de importante au fost însoțite de multe altele, în diferite domenii ale meșteșugurilor și ale științei de care nu se ocupaseră anticii. Astfel au fost, de exemplu, „Pirotechnia” 4.91 lui Biringuccio (1480—1539), care a descris producția metalelor, fabricarea sticlei și industria chimică; „De re metallica” 4.14 a lui Georg Bauer sau Agricola (1490—1555), poate cel mai desăvârșit tratat tehnic scris vreodată, întrucât descria nu numai mineralele și metalele, ci și practica și chiar economia exploatarei miniere de pe vremea aceea. Mai târziu aveau să apară, în cărți ca acelea a lui Gesner (1516—1565), Rondelet (1507—1566) și Belon (1517—1564), numeroase descrieri minunate ale animalelor și plantelor, atât din lumea veche, cât și din cea nouă. 4.44 : 4.21 La acestea ar putea fi adăugate nenumăratele descrieri despre explorarea unor noi teritorii, printre care „Scrisorile”, 4.110 apărute în 1504; ale lui Amerigo Vespucci, — care fără prea multă îndreptățire avea să dea numele său continentului nou descoperit —, precum și prima istorisire, de către Pigafetta, a călătoriei lui Magellan în jurul lumii, din 1519—1522.

Faza inițială a revoluției științifice a fost mai mult o fază de descriere și critică decât de gândire constructivă. Această gândire constructivă avea să apară mai târziu, deoarece la început a fost nevoie de explorarea orizonturilor largite și de contestarea vechilor autorități. Dezvoltarea meșteșugurilor și a tehnicii au oferit stimulente pozitive și mijloacele materiale necesare pentru progresul noii științe. Controversele și conflictele religioase au zdruncinat edificiul ortodoxiei, dând câtorva oameni posibilitatea de a încerca să gândească independent. Tezele noii religii cu privire la opinia personală și la răspunderea directă au izvorât din aceeași necesitate care a dat naștere dezvoltării științei. Ele toate au constituit condiții preliminare esențiale pentru victoria economiei capitaliste. Înainte de a încerca să discutăm poziția și influența științei asupra vieții în epoca Renașterii, este necesar să ne ocupăm puțin de influența celor mai importanți factori care au acționat în această fază. Acești factori au fost în primul rând dezvoltarea meșteșugurilor și a tehnicii, în special tehnica ingineriei și a navigației.

7. 2. Arta, natura și medicina

Arta Renașterii

Marea prețuire acordată artei plastice și artizanatului, în contrast cu contemplarea pasivă și abstractă a evului mediu, a constituit prima caracteristică a Renașterii. Este adevărat că pictura, sculptura, arhitectura și muzica au înflorit în tot

cursul evului mediu. Ele au fost mijlocul de transmitere a multora dintre metodele tehnice ale timpurilor clasice, mai ales în domeniul chimiei și al prelucrării metalelor. Ele erau însă folosite numai ca mijloace auxiliare și erau practicate de meșteșugari umili sau de călugări în slujba bisericii și, într-o măsură mult mai mică, în aceea a nobilimii.

Importanța socială și economică a artei în timpul Renașterii a avut însă un caracter diferit. Nu numai că se cheltuia pentru artă, în special pentru pictură, mult mai mult decât în epocile precedente, dar pentru prima oară artele au început să fie prețuite pentru ele însele. Artiștii se duceau să servească pe noii prinți neguțători oriunde aceștia prosperau, mai întâi în Italia, apoi în Burgundia, Flandra și Germania de sud. Se cereau cu nesăț forme cât mai impunătoare și mai impresionante pentru a da strălucire noului stil de viață al celor bogați.^{4.17} Aceasta a adus cu sine îmbunătățirea situației sociale a artistului și înființarea, în cele mai multe orașe ale Italiei, a unor ateliere, care totodată erau și universități, și laboratoare. Arta în sine, fără să fi rupt cu tradiția, a devenit conștientă și științifică. Artiștii își puneau noi probleme și găseau noi soluții materiale și intelectuale pentru rezolvarea lor. În nici o altă perioadă a istoriei, artele plastice n-au avut o influență atât de mare asupra dezvoltării științei și probabil că nu întîmplător acest interes a coincis cu începutul celei mai importante transformări din istoria științei.

Perspectiva și viziunea

Principalele direcții în care artiștii au contribuit la elaborarea științei noi au constat în dezvoltarea capacității de a vedea și a priceperii de a înfățișa *perspectiva*, în interesul pentru natură și mai ales pentru *anatomia* corpului omenesc, precum și în folosirea acestora în tehnica civilă și militară. Leonardo da Vinci și-a împărțit timpul între toate aceste preocupări și, deși a fost cel mai mare, nu era de loc singurul care făcea acest lucru.

Primul manifest al Renașterii a fost „Tratatul de pictură” al lui Leon Battista Alberti (1404—1472), scris în 1434. Autorul se trăgea dintr-o bogată familie florentină, exilată din motive politice. Cu toată proveniența lui nobilă, el n-a considerat că ar fi nedemn de el să se consacre artei sau să învețe de la lucrătorii manuali : „El învăța de la toți, punînd întrebări fierarilor, zidarilor, constructorilor de corăbii și chiar cizmarilor, căci oricare dintre ei putea să aibă vreo cunoștință specială sau secretă în meșteșugul său. Adeseori se prefăcea a fi neștiutor pentru a determina pe alții să-și demonstreze priceperea”^{4.18} El a fost unul dintre primii adepți

al perspectivei geometrice, descoperită de Brunelleschi la începutul secolului al XV-lea. Pentru Alberti, scopul principal al picturii era să reprezinte în două dimensiuni figurile tridimensionale. În consecință, el cerea tuturor pictorilor o cunoaștere desăvârșită a geometriei. El însuși folosea metode optice, cum ar fi „camera obscură” pentru peisaje și sistemul de coordonate rectangulare pentru fixarea pe pânză a câmpului vizual. În epoca Renașterii, concepția metrică fundamentală despre spațiul tridimensional a devenit, aproape intuitiv, ceva îndoeobște acceptat, datorită realizării acestui program de către artiști ca Masaccio, Piero della Francesca și Mantegna.

Leonardo da Vinci n-a făcut decât să exprime o concepție predominantă pe vremea aceea când a numit pictura știință. În tratatul său asupra picturii, publicat cu opera sa „Paragone”, el declară categoric :

„Știința picturii se ocupă cu toate culorile suprafețelor corpurilor și cu formele corpurilor, cu apropierea și depărtarea dintre ele, cu gradele de diminuare cerute atunci când distanțele se măresc treptat. Mai mult, această știință este mama perspectivei, adică a științei razelor vizuale”.

Răspunzând acelor care condamnau pictura ca pe o îndeletnicire semimecanică, el argumentează în contradicție netă cu Platon (p. 125) :

„Astronomia și celelalte științe au și ele nevoie de operații manuale, deși își au originea în minte, ca și pictura, care se naște în mintea contemplatorului, dar nu poate fi înfăptuită fără operația manuală. Principiile științifice și adevărate ale picturii... sînt înțelese numai de minte și nu implică nici o operație manuală ; ele constituie știința picturii, care rămîne în mintea celor care meditează despre ea, dar din această știință se naște apoi creația reală, care este cu mult superioară meditației sau științei care o precedă”.^{4.114}

Natura și omul

Renașterea a cunoscut triumful mișcării *realismului* în artă. Arta clasică antică și, mai mult încă, cea bizantină se concentraseră asupra formelor ideale și a realizării efectului prin simbolismul tradițional. Încă din evul mediu au început să se strecoare în tablouri, ca detalii marginale, imagini luate din natură : frunze și animale. Renașterea a extins acest realism asupra figurilor centrale din tablouri : oamenii. Toate acestea au necesitat observarea amănunțită a naturii așa cum este ea — a munților, stîncilor, arborilor, florilor, fiarelor și păsărilor — și astfel s-au pus bazele unei geologii și istorii naturale, care de atunci nu mai erau deduse din cărți vechi și din logică. Mai mult ca orice, acest curent realist cerea cunoașterea *anatomiei* omului însuși pentru a se înțelege mecanismul gestului și expresiei. Arta Renașterii n-a fost nici impresionistă, nici formalistă. Alberti îndemna pe pictori să examineze oa-

sele, apoi mușchii care le leagă și numai la urmă veșmintele care îmbracă corpul. Leonardo a mers și mai departe în practica și preceptele sale. De la reprezentarea figurii statice el a trecut la reprezentarea figurii în mișcare, deci la *fiziologie* și la *dinamică*. Reprezentarea oamenilor sau a animalelor în mișcare nu constituia pentru el decât un mijloc de exprimare a spiritului sau sufletului care animă mișcarea. Toate acestea au necesitat un studiu aprofundat al anatomiei creierului și al organelor interne, iar desenele de anatomie executate de Leonardo n-au fost întrecute de nimeni. Noua anatomie, care a dus la descoperirea circulației sîngelui de către Harvey, datorează artiștilor aproape tot atît de mult cît și medicilor.

Medicina Renașterii

Este util să analizăm aici și marea contribuție adusă de Renaștere în studiile biologice, concentrate în jurul medicinei. Facultățile de medicină ale universităților italiene au constituit o remarcabilă excepție de la sterilitatea și obscurantismul general al universităților (p. 219). În special, Facultatea de medicină a Universității din Padua a ajuns să aibă un prestigiu deosebit, atrăgînd mințile cele mai strălucite. Aceasta n-a ajutat însă prea mult practicii medicale, întrucît au trebuit să mai treacă secole pînă să se acumuleze suficiente cunoștințe de chimie și biologie pentru ca știința să poată fi aplicată în mod eficace în lupta cu bolile. Totuși, aceste facultăți au contribuit foarte mult la dezvoltarea științelor naturii.

- Medicii italieni și marele număr de studenți străini care veneau în Italia să studieze medicina nu se izolau cîtuși de puțin. Ei se întîlneau peste tot cu artiști, matematicieni, astronomi și ingineri. Mulți dintre ei se îndeletniceau chiar cu unele dintre aceste profesii. Copernic, de exemplu, a învățat și a practicat medicina, în afară de faptul că era funcționar superior și economist. Tocmai această asociere a artelor și a științelor a dat medicinei europene, și în special celei italiene, tendința ei caracteristică descriptivă, anatomică și mecanică. Corpul omenesc a fost disecat, studiat, măsurat, descris și explicat ca o mașină deosebit de complexă. Explicațiile acestea erau mult prea simple; cele mai multe cunoștințe pe care le avem acum despre funcțiunile sau istoria evoluției organelor nu existau și nici nu puteau fi încă bănuite. Cu toate acestea, o nouă *anatomie*, o nouă *fiziologie* și o nouă
- *patologie* — acești ultimi doi termeni îi datorăm marelui medic francez Jean Fernel (1497—1558) —, avînd un caracter în esență modern, au fost întemeiate pe observații și experiențe directe. Influența autorității clasice și a tradiției magice a început să fie înlăturată. ^{4.87}

Această activitate și-a găsit sinteza în marea lucrare „Despre structura corpului omenesc” a lui Andreas Vesalius, care a fost cea mai completă descriere a tuturor organelor corpului. Totuși, din ea lipsea încă o critică temeinică a imaginii clasice a lui Galenus (p. 160), astfel că lucrarea lui Vesalius a reprezentat o anatomie bună în slujba unei fiziologii defectuoase. Cu toate acestea, școala pe care a întemeiat-o Vesalius la Padua în 1537 avea să dea o serie de anatomici precursori ai lui Harvey. Vesalius a devenit medicul împăratului Carol al V-lea. Rivalul acestuia, Francisc I al Franței, avea ca medic pe Ambroise Paré (1510—1590), un om care în multe privințe era complet opus lui Vesalius. Acest meșteșugar necultivat, care descria într-o franțuzească neliterară ceea ce observa cu propriii săi ochi și ceea ce făcea cu mâinile sale, a revoluționat tratamentul rănilor, în special al rănilor provocate de arme de foc, care deveniseră atât de frecvente în războaiele ucigătoare din acea vreme.

Inginerii. Leonardo da Vinci

Profesiunile de artist, arhitect și inginer nu erau separate în timpul Renașterii. Orașul sau prințul puteau cere artistului sau se putea oferi el singur — să toarne o statuie, să clădească o catedrală, să dreneze o baltă sau să pună la punct arhitectul unei cetăți. Maistrul meșteșugar trebuia să cunoască totdeauna proprietățile materialelor și modul de a le întrebuința. Artistul Renașterii trebuia să cunoască toate acestea și încă multe altele: imitând în mod conștient antichitatea, el trebuia să introducă în opera sa geometrie și mecanică. Oricât de desăvârșit a fost Leonardo da Vinci ca artist și naturalist, el și-a manifestat cele mai remarcabile facultăți ale sale tocmai în domeniul ingineriei. De exemplu, oferindu-și serviciile ducelui de Milano, el citează un număr de dispozitive militare pe care le poate realiza, adăugând la sfârșit: „În pictură nu sînt mai slab decît alții”.^{1,3} Carnetele sale de însemnări ne arată cît de aprofundat studia el metodele metalurgistilor și inginerilor și cum a devenit el însuși primul mare maestru în *mechanică și hidraulică*. Cea mai temerară idee a sa, deși sortită eșecului, a fost încercarea de a realiza *zborul mecanic*. Lucrarea sa este o capodoperă de cercetare în domeniul ingineriei, îmbinînd observarea păsărilor cu construcția de modele, calcule și experiențe pe scară mare.^{4,66 : 4.113}

Studiul nenumăratelor invenții mecanice propuse și desenate de Leonardo, de la laminoare pînă la excavatoare mobile, scoate în evidență un alt aspect al tragediei geniului său.^{4,9} El putea inventa mașini aproape pentru orice scop și le putea desena mai bine decît oricine altul, dar aproape nici

una dintre ele și absolut nici una dintre cele mai importante nu ar fi funcționat, chiar dacă ar fi găsit banii necesari ca să le construiască. Fără o cunoaștere cantitativă a staticii și dinamicii și fără folosirea unui motor ca mașina cu abur, inginerul Renașterii de fapt nu putea să depășească vreodată limitele stabilite de practica tradițională. Meritul său nu constă atât în ceea ce a făcut pentru dezvoltarea mașinilor, cât în faptul că a întipărit în mintea lumii culte ideea că procesele naturale pot fi explicate cu ajutorul mecanicii.

Prin viața și activitatea sa, Leonardo da Vinci ilustrează speranțele și eșecurile Renașterii.^{4.22} Pregătit să fie pictor, talentele sale multiple i-au adus încă din tinerețe protecția celor mari în cea mai strălucită perioadă de înflorire a artei italiene. Dar el nu s-a mulțumit numai să practice pictura; el dorea în același timp să cunoască natura ascunsă a ceea ce picta, ca și natura luminii la care vedea ceea ce picta. Aceasta l-a condus la variatele sale studii asupra opticii, anatomiei, animalelor, plantelor și stîncilor. În același timp, era din ce în ce mai pătruns de importanța mișcării și a forței. El a intrat în serviciul celui mai puternic prinț al timpului său, Ludovic Maurul din Milano, tocmai pentru a-și putea realiza în practică ideile, însă, din cauza războiului care amenința curtea acestuia, Leonardo n-a putut înfăptui decît foarte puțin acolo. După căderea Milanului în 1499, Leonardo a fost silit să ia calea pribegiei: cîtva timp cu Cesar Borgia în campaniile acestuia, apoi în serviciul orașului Florența și al papii, pentru ca în cele din urmă să moară în exil, ca pensionar al lui Francisc I al Franței.

Tot timpul el s-a străduit să pătrundă cît mai adînc semnificația ascunsă a naturii și a societății. În această privință a fost ajutat de faptul că nu primise o educație universitară, astfel că avea mai puține lucruri pe care să le uite, însă din același motiv îi lipseau metoda sistematică de studiu și deprinderile matematice pentru a-și dezvolta ideile sau pentru a convinge pe alții de justetea lor. El n-a lăsat nici o școală, iar operele lui au constituit mai curînd un izvor de inspirație decît o călăuză.

Tehnica Renașterii

Cele mai mari progrese tehnice în perioada Renașterii au avut loc în domeniile exploatării miniere, metalurgiei și chimiei, între care există o strînsă legătură. Nevoia de metale a dus la un ritm rapid de deschidere a noi mine, mai întîi în Germania centrală, iar apoi în America. Minele din Germania au fost niște pepiniere ale producției capitaliste. În tot cursul evului mediu, mineritul s-a prezentat în bună parte

o nouă formă de întreprinderi individuale sau create pe bază de mici asociații ale „minerilor liberi”. Aceștia erau propriii lor prospectori și plăteau impozite regelui sau prințului, care-i apăra împotriva autorităților feudale mai mărunte.⁴⁻¹⁰⁶ Când mineritul a început să se practice pe scară mai largă, „minerii liberi” s-au asociat în *societăți*, împărțindu-și beneficiile după *participații*. Încă din secolul al XV-lea, participațiile au fost ocupate de coasociați inactivi, care contribuiau la procurarea fondurilor necesare pentru achiziționarea utilajului din ce în ce mai costisitor. Pe măsură ce minele erau adâncite, aparatele pentru pompat și pentru ridicarea greutăților deveneau tot mai necesare. Agricola, care a scris lucrarea amintită „De re metallica”, („Despre metale”), era în mod oficial medic la minele din Bleiberg (muntele de plumb), în Saxonia, însă poartă în același timp și participații la unele dintre cele mai rentabile mine. Experiența câștigată în transmiterea forței și în funcționarea pompelor a trezit un nou interes pentru principiile mecanicii și hidraulicii, ceea ce a dus la efecte multiple în revoluția științifică și în cea industrială. O dată cu decăderea mineritului din Germania, provocată de războaiele religioase, minerii și metalurgiștii germani au emigrat în Spania și în Lumea nouă. Ceea ce avea să aibă consecințe deosebit de importante era emigrarea lor în Anglia, unde au pus bazele tehnice ale viitoarei bogății a Angliei.

Metallurgia și chimia

Topirea metalelor a constituit o adevărată școală a chimiei. Exploatarea minieră intensă avea să aducă la lumină noi minereuri și chiar noi metale, ca *zincul*, *bismutul* (metal de culoarea aurului), *cobaltul* (de la cuvântul *Kobold* „spiridușul minei”) și *nichelul* (prescurtarea cuvântului „Kupfer-nickel” „aramă falsă”). Mijloacele de a înnobila și manipula aceste minereuri urmau să fie găsite prin analogie și corectate printr-o amară experiență; însă în cadrul acestei activități a început să prindă formă o nouă teorie generală a chimiei, care cuprindea procesele oxidării și ale reducerii, distilarea și amalgamarea. Analiza cantitativă, având ca scop găsirea cantității de metal prețios conținut într-un minereu, nu este decât reproducerea pe scară mică a procesului de topire, folosindu-se o cantitate bine definită de minereu. Ea a devenit baza *experienței* și *analizei* chimice (fig. 8, pag. 264).

Proprietățile multimei de noi substanțe metalice n-au putut să nu aibă efecte fiziologice — în majoritatea lor nocive, dar în unele cazuri bune — asupra celor care lucrau cu ele.

De pildă, fetele din regiunile miniere foloseau arsenicul pentru a-și înfrumuseța tenul. Compuși metalici au început să fie introduși în medicină, datorită efectelor lor puternice asupra organismului. O dată cu introducerea lor a fost zdruncinată încrederea în ierburile medicinale tradiționale. A fost hotărâtoare în special folosirea mercurului, care a dat rezul-

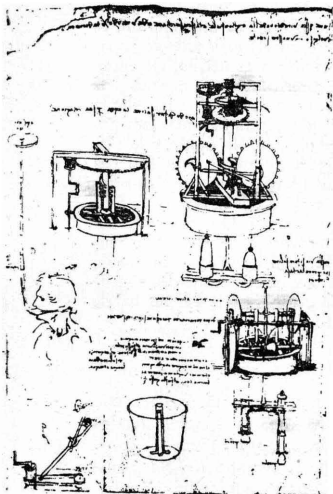


Fig. 9. TEHNICA RENASTERII : LEONARDO DA VINCI. Schițe de mașini, mai ales pompe, prezentând mecanisme ingenioase cu pîrghii, roți dințate, șuruburi și came (p. 269).

tate acolo unde vechile ierburi s-au dovedit neputincioase : în vindecarea noii și teribilei maladii aduse de marinarii lui Columb, sifilisul.

Paracelsus și doctrina spiritelor

Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493—1541), care își spunea Paracelsus pentru a-și arăta superioritatea față de Celsus, marele doctor al antichității, a fost întemeietorul energic și plin de entuziasm al noii școli a iatrochimistilor (medici-chimiști). A ars în public cărțile lui Galenus și Avicenna în piața orașului Basel, proclamînd, într-un adevărat spirit protestant, supremația experienței directe asupra oricărei autorități. Deși s-a folosit de vechile

tradiții ale alchimiei, transmise de arabi și de Raimundus Lullus (p. 222), a reușit să dea o formă nouă cunoștințelor vechi și să schimbe orientarea cercetărilor. Vechilor contrarii, *sulful* și *mercurul*, el le-a adăugat *sarea* neutră, stabilind astfel „tria prima” — cele trei elemente rivale cu cele patru elemente ale lui Aristotel (p. 141) — ca bază a sistemului său *magice* al chimiei, care a renunțat la căutarea aurului de dragul căutării sănătății oamenilor.

Punctul de vedere al lui Paracelsus asupra chimiei a fost animist. Doctrina acțiunii unor agenți invizibili, legați de toate fenomenele de mișcare sau transformare a corpurilor vii, este una dintre cele mai vechi idei umane, avîndu-și originea, probabil, în trecutul îndepărtat al epocii pietrei. Ea a fost asociată *respirației*, care la fiecare animal apărea o dată cu nașterea sa și dispărea la moartea sa. Un număr mare de cuvinte în multe alte limbi arată largă ramificație a acestei idei. Cuvîntul *animal* (ființă înșuflețită), cuvîntul latin *animus* (suflet) și cuvîntul grecesc *anemos* (adiere) sînt, fără îndoială, înrudite. Cuvintele spirit, inspirație, respirație și altele sînt de asemenea înrudite, ca și suflet și răsufflare. Aerul înmuși era un fel de spirit, iar acțiunea lui în corpuri, după cum se vede din bășicile de aer din lichide, era semnul unei *fermentații* active. Unul dintre principalele procese ale chimiei, distilarea, era în esență un mijloc de a captura spiritele invizibile, care se ridicau într-un lichid în fierbere. Că aceste spirite erau cu adevărat puternice apărea cît se poate de evident din efectul pe care-l produceau cînd erau bătute (p. 240).

Toate acțiunile corpului, după fiziologia lui Galenus, erau îndeplinite de mai multe spirite sau suflete distincte: spiritul natural sau vegetal, situat în ficat, guverna digestia alimentelor; înțîlnind respirația înviorătoare în inimă, acesta devenea spiritul vital, care era răspîndit prin artere în tot corpul; în ventriculele creierului, acesta, la rîndul său, era purificat, devenind spiritul animal, care, trecînd prin nervi, pune în mișcare întregul corp. Paracelsus, deși a respins teoriile lui Galenus, și-a îngăduit și mai multă libertate în învățătura sa despre spirite. El înfățișa spiritele, *archaei*, asemenea unor mici spiriduși ai minelor, care, ascunse în organismul omului, dirijează diferitele organe interne (stomacul, ficatul și inima). Paracelsus a plăsmuit teoria sa tocmai în vremea în care îngerii diriguitori erau izgoniți din sferele cerești. Cu toate acestea, datorită mării complexități a fenomenelor chimice, tocmai această concepție intuitivă și mitică și nu cea rațională și mecanicistă avea să aibă mai mult succes în dezvoltarea chimiei pînă la revoluționarea ei în secolul al XVIII-lea, iar Paracelsus deține în istoria acestei științe un loc necontestat ca întemeietor al chimiei moderne. Pînă și *archaeii* săi au revenit, în-

tr-un număr mult mai mare decât și-a închipuit el, sub forma enzimelor din biochimia modernă (p. 627 și urm.).

Minereurile metalifere n-au fost singurele minerale de care s-au ocupat chimiștii Renașterii. Unii dintre ei, ca Bernard Palissy (1510—aprox. 1590), au studiat diferite soluri în scopul de a găsi o nouă argilă pentru olărie, într-o perioadă în care olarii europeni tocmai începeau să-și însușească realizările tehnice ale olarilor persani. A mai trecut încă multă vreme pînă ce au reușit să imite porțelanul chinezesc, sau „china”, cum se mai numește și astăzi în limba engleză. O importanță economică mult mai mare a avut-o întrebuintarea alaunului (piatra-acră), material esențial în industria textilă și a pielăriei. Posesiunea minelor de alaun a furnizat mari venituri papalității, care în 1462 a întemeiat primul trust chimic, „Societas Aluminum”.^{3,38} Din păcate, alaunul papal era scump, iar efortul de a obține monopolul asupra comerțului cu alaun prin amenințarea cu focurile iadului a constituit încă un motiv care i-a împins pe fabricanții de țesături din Nord să sprijine Reforma. Se știe că papii au pus în circulație faimoasele indulgențe pentru strîngerea fondurilor necesare ridicării catedralei sf. Petru și că ele l-au determinat pe Luther să ia atitudine împotriva Romei. Printre puținele crime a căror iertare nu putea fi obținută nici măcar prin indulgențe figura și negoțul cu alaun provenit de la concurență.

Alte progrese importante au fost realizate în meșteșugul distilării, care a fost dezvoltat și perfecționat într-o asemenea măsură, încît n-a mai suferit nici o schimbare importantă pînă aproape de sfîrșitul secolului al XVIII-lea. Un rol important au jucat băuturile spirtoase, fiind consumate pe scară largă în Europa. Ele n-au fost întrecute decît de praful de pușcă în „acțiunea de convingere” dusă printre „sălbatici” pentru a-i face să renunțe la pămînturile și chiar la viața lor. Spre sfîrșitul Renașterii, laboratorul chimic cu cuptoarele, retortele, distilatoarele și balanțele sale luase o formă care avea să ducă, fără nici o schimbare radicală, la laboratoarele din ziua de astăzi (fig. 8, pag. 264).

7. 3. Navigația și astronomia

Călătoriile și descoperirile

Progresele tehnice în exploatarea minieră, în metalurgie și în prelucrarea metalelor datorează foarte puțin științei, în schimb au adus o mare contribuție la dezvoltarea ei. Altfel s-au petrecut lucrurile cu marile călătorii, care aveau să deschidă întreaga lume spiritului întreprinzător al capitalismului european. Acestea au fost roadele primei aplicări conștiente

a punței astronomice și geografice în slujba gloriei și a profitului. Era firesc ca orașele italiene și germane — Veneția, Genova și chiar orașe din interiorul țărilor, ca Florența și Nürnberg —, cu comerțul lor întins, să se afle în frunte în ceea ce privește latura teoretică a navigației. Geografia greacă a fost revizuită și dezvoltată, adăugându-i-se materialele cuprinse în descrierea călătoriilor din secolul al XIII-lea, ca acelea ale lui Marco Polo și Rubruquis și rezultatele călătoriilor mai recente pe oceane. În același timp, italienii și germanii au adus îmbunătățiri aplicării metodelor astronomice în navigație și au inițiat întocmirea de tabele astronomice, exacte și destul de simple ca să poată fi utilizate de marinari, și întocmirea de hărți pe baza cărora să se poată elabora itinerariile călătoriilor.

Latura practică a navigației a preocupat în primul rând pe marinarii portughezi și spanioli, care au legat ultimele eforturi de a continua cruciadele de căutarea practică a plantațiilor de trestie de zahăr, a sclavilor și aurului. Teoria și practica s-au îmbinat la curtea prințului Henric Navigatorul (1415—1460), la Sagres, unde experți mauri, evrei, germani și italieni discutau despre noile călătorii cu căpitani de vase experimentați în navigația pe Atlantic. Tabelele Alfonsine (p. 224) au fost amănunțit revizuite de Peurbach (1423—1451) și de elevul său Regiomontanus (1436—1476), care lucra la Nürnberg, fiind asistat mai târziu de Albrecht Dürer. La această lucrare ei s-au servit de vechiul sistem ptolemeic, dar au simplificat calculele cu ajutorul trigonometriei lui Levi ben Gerson (p. 225), întorcându-se astfel la arabi și trecând cu vederea întregul efort matematic medieval. Aceste tabele și metode au fost de o utilitate imediată pentru navigatorii pe ocean, înarmați cu bastonul lui Iacob, recomandat de Gerson. Spre sfârșitul secolului al XV-lea, monopolul comerțului răsăritean, deținut de turci, a făcut să apară foarte ispititoare ideea de a pătrunde în Oceanul Indian pe o altă cale decât Marea Roșie. Teoreticienii discutau alegerea uneia dintre cele două căi posibile. Calea cea mai accesibilă și care putea fi încercată pas cu pas părea a fi înconjurul Africii. Aceasta era ruta preferată de portughezi. Ea a fost parcursă cu succes de Vasco da Gama în 1488, deși el a ajuns în India abia în 1497. Nu exista dinainte nici o certitudine că această călătorie putea fi realizată, deoarece Africa se putea întinde pînă la pol, însă existau legende potrivit cărora această călătorie mai fusese făcută de cartaginezi, iar pe drum se mai putea captura o pradă bună.

Celălalt proiect, susținut de astronomi și geografi teoreticieni ca florentinul Toscanelli (1397—1482), consta în a naviga spre apus, pe oceanul neumblat, pentru a ajunge în China prin cealaltă parte a globului pământesc. Era însă o mare deosebire între a discuta o astfel de ipoteză și a face încercarea reală de a porni pe mare. În imaginația populară, unor astfel de călători li se putea întâmpla orice. Se putea ca ei să rătăcească veșnic pe mare; se putea ca ei să cadă în neant de pe marginea Pământului. Singura eventualitate pe care nu a prevăzut-o nimeni era că ar putea să existe un continent în drum. Omul care a consimțit să facă această încercare, socotit de atunci prințul navigatorilor și cel mai norocos dintre exploratori — „A Castilla y a Leon Nuevo Mundo dió Colon” * —, personal nu s-a ales din aceasta decât cu necazuri. De fapt, Columb era foarte departe de a fi un om de știință sau de a fi avut vreo idee clară despre ce a încercat să facă.^{4,49} Ceea ce l-a animat a fost inspirația mistică că ar putea, călătorind pe ocean, să descopere noi insule și chiar Cathaya (China), sau mai degrabă ideea că el era un potir ales — Christophoros, purtătorul lui Hristos — sortit să descopere viziunea din Apocalips a „unui nou cer și a unui nou pământ”. Tocmai această viziune, în parte religioasă, în parte științifică, i-a dat puterea, sărac cum era, să câștige în cele din urmă sprijinul necesar pentru întreprinderea sa. Era ceva la care nimeni nu s-ar fi putut gândi mai înainte și destul de greu de realizat, chiar și în agitatul și aventurosul secol al XV-lea. Columb a trebuit să bată timp de zece ani drumul la curțile Portugaliei, Spaniei, Angliei și Franței, susținându-și ideea și fiind respins de un comitet de experți după altul. În cele din urmă, a reușit să obțină, prin influențe secrete, autorizația de a pleca cu o corabie de 100 de tone și cu două corăbii mai mici. Era însă posesorul unui contract care îi asigura titlul de amiral al oceanului și o parte considerabilă a prăzii dacă izbutea să găsească teritorii noi. Contrastul dintre expedițiile succesive ale portughezilor în jurul Africii și hotărârea lui Columb de a risca totul, navigând direct de-a curmezișul Atlanticului, este analog contrastului dintre progresul tehnic, care depinde de îmbunătățirea continuă a practicilor tradiționale, și progresul științific, care folosește rațiunea pentru a rupe radical cu tradiția. Oricât de mistice ar fi fost motivele lăuntrice ale lui Columb, sprijinul pe care l-a primit pentru călătoriile sale i-a fost dat pe

* „Columb a dăruit Castiliei și Leonului lumea nouă” (în limba spaniolă). — *Nota trad.*

Într-o estimări practice a beneficiului ce urma să fie realizat din verificarea unei ipoteze științifice.

Columb n-a știut niciodată că a descoperit un nou continent. Acesta și-a luat numele, mai târziu, de la florentinul Amerigo Vespucci, un prieten cărturar al lui Leonardo da Vinci, căruia i-a adus mai mult noroc faptul că și-a așternut pe hîrtie descoperirile. În cele din urmă, i-a revenit portughezului Magellan, care se afla în slujba Spaniei, meritul de a completa demonstrația, arătînd că se poate naviga în jurul lumii. Magellan nu și-a putut termina călătoria, fiind ucis în Filipine. Primul om care s-a întors acasă după ce a făcut înconjurul lumii a fost sclavul său malaiez.

Efectele economice și științifice

Efectele economice ale marilor călătorii pe oceane au fost tot atît de imediate pe cît de durabile. Descoperirea noii rute pe mare a lovit greu comerțul de tranzit tradițional, terestru și maritim, al arabilor, care fusese atît de rentabil pentru ei și pentru turci. Ea a adus profituri uriașe portughezilor, ruinîndu-i în schimb pe venețieni. Mai târziu, exploatarea minelor și a plantațiilor de trestie de zahăr și de tutun din America, cu folosirea muncii sclavilor răpiți din Africa, avea să aducă Spaniei și celorlalte puteri coloniale venituri mult mai mari și mai regulate. Totuși, din cauza stării de înapoiere a sistemului economic spaniol, aceste bogății n-au rămas în Spania. Atît exploatarea minelor, cît și comerțul se aflau în mîinile străinilor, furnizînd capital pentru industriile Olandei și Angliei.

Efectele călătoriilor asupra științei au fost, de asemenea, hotărîtoare. Succesul primelor călătorii a făcut să crească într-o măsură foarte mare pretențiile față de construcția de corăbii și față de navigație, dînd naștere unei noi clase de meșteșugari inteligenți și cu pregătire matematică, care s-au îndeletnicit cu întocmirea de hărți și cu confecționarea de busole și instrumente. În felul acesta a început să se formeze un public pregătit din punct de vedere științific, iar tineretului inteligent din toate clasele i s-a oferit un teren de pregătire și posibilitatea de a-și agonisi existența. Au fost întemeiate școli de navigație în Portugalia, Spania, Anglia, Olanda și Franța.⁴¹⁰¹ Studiul mișcării stelelor prezenta acum o valoare care putea fi materializată în bani (p. 293), iar astronomia nu mai era amenințată să rămînă neglijată, chiar după ce astrologia încetase de a mai fi la modă.

În același timp, descoperirea simultană a vechilor și bogătelor civilizații ale Asiei și a lumii noi a Americii, cu ciudatele lor obiceiuri și produse, a făcut ca lumea antichității

clasice să pară provincială și a dat oamenilor convingerea încurajatoare că au înfăptuit ceva nou, la care anticii nici nu se putuseră gândi vreodată. Noul câmp deschis acum observației și descrierii reclama noi metode de analiză. Călătoriile au croit, într-adevăr, un drum cu totul nou în sfera intelectului, la fel cum au făcut pe globul pământesc. Inițiatorii Renașterii năzuiau și se străduiau să creeze o nouă epocă. Spre mijlocul secolului al XVI-lea, ei și-au putut da seama că au înfăptuit-o. Umanistul Jean Fernel, medicul regelui Franței, primul om al timpurilor moderne care a măsurat un grad al meridianului, a dat expresie noului spirit în lucrarea sa „Dialogul“, apărută cam în 1530. Justificînd noile metode în medicină, el spune :

„Ce ar fi fost dacă strămoșii noștri și cei care i-au precedat ar fi urmat doar aceeași cale ca și cei dinaintea lor?... Nu, dimpotrivă, se pare că este bine ca filozofii să se îndrepte spre căi și metode noi ; este bine ca ei să nu îngăduie nici vocii cleveitorului, nici prestigiului culturii antice, nici deținătorilor autorității depline să demobilizeze pe cei care vor să-și afirme propriile lor vederi. În felul acesta, fiecare epocă își produce recolta ei proprie de noi autori și noi arte. Epoca aceasta a noastră vede renașterea glorioasă a artei și a științei după 12 secole de letargie. Arta și știința au ajuns din nou la vechia lor splendoare sau chiar o întrec. Această epocă nu trebuie din nici un punct de vedere să se autodisprețuiască și să suspine după cunoașterea anticilor... Epoca noastră face astăzi lucruri la care antichitatea nici n-a visat... Oceanul a fost traversat datorită curajului navigatorilor noștri și au fost descoperite noi insule. Depărtatele tainice ale Indiei au fost dezvăluite. Continentul apusean, așa numita Lume Nouă, neștiut de strămoșii noștri, a devenit cunoscut în bună parte. În toate aceste domenii și în domeniul astronomiei, Platon, Aristotel și vechii filozofi au făcut progrese, apoi au fost mult depășiți de Ptolemeu. Totuși, dacă unii dintre ei ar reînvia astăzi, ar găsi geografia schimbată într-o măsură de nerecunoscut. Navigatorii vremii noastre ne-au dat un glob nou“. 4.87.17

Revoluția lui Copernic

Nu este întâmplător faptul că prima și, în unele privințe, cea mai importantă spărtură în întregul sistem de gândire antic s-a produs în domeniul astronomiei, atît de strîns legat de cel al geografiei. Această spărtură a provocat-o expunerea clară și amănunțită a lui Copernic cu privire la rotirea Pământului în jurul axei sale și la mișcarea lui în jurul unui Soare fix. În acele vremuri, astronomia descriptivă a fost singura știință care acumulasă suficiente observații și dezvoltase metode matematice destul de exacte pentru a permite formularea clară a unor ipoteze și verificarea lor prin calcule. Totodată, după cum am văzut, ea s-a situat în centrul interesului renăscut față de ea atît din punctul de vedere al utilizării ei în vechia astrologie, cît și într-o știință nouă, navigația. Aceasta însă n-ar fi fost suficient pentru a duce la un progres radical. Astronomi profesioniști renumiți, ca

Peurbach (1423—1461) și Regiomontanus (1436—1476), au considerat vechile metode, cu unele mici îmbunătățiri, ca fiind destul de acceptabile. Totuși, lor și spiritului Renașterii, care l-a îndemnat să caute originalele grecești, le datorăm noua astronomie. Peurbach era în serviciul umanistului bizantin, cardinalul Bessarion (în jurul anilor 1400—1470), și a fost angajat de papă să reformeze calendarul.

Ceea ce a adus Copernic în astronomie era un spirit critic nou, o apreciere justă a formei estetice și inspirația din textele recent publicate ale unor autori antici, care puteau fi folosite și pentru a confrunta între ele opiniile autorităților antice din acest domeniu. După cum am văzut, ideea că Pământul se învârteste nu era nouă. Ea datează de la începuturile astronomiei grecești și a fost formulată de Aristarh în secolul al III-lea î.e.n. (p. 156). Ea a existat totdeauna ca o alternativă, deși paradoxal de absurdă, a părerii că stelele se mișcă. Paradoxul consta în aceea că era „evident” că Pământul nu se mișcă, în timp ce mișcarea Soarelui, Lunii și stelelor „se putea vedea bine”. Era nevoie de curaj și de știință pentru a răsturna acest punct de vedere al simțului comun. Omul care avea să se încumete să facă acest lucru, cu toată firea sa retrasă, era înzestrat cu mult curaj și, ca umanist din epoca Renașterii, avea toate temeiurile pentru a dori să înfăptuiască această ruptură hotărâtoare cu trecutul.

Nicolai Copernic s-a născut la Torun, în Polonia, în 1473. A studiat astronomia la Bologna, medicina la Padua și dreptul la Ferrara, iar cea mai mare parte din viață și-a petrecut-o în slujba de canonic la Frauenburg. Întrucât acest oraș reședință episcopală era situat pe teritoriul pe care și-l disputau cavalerii teutoni și regatul Poloniei, Copernic a fost nevoit să aibă mult de-a face cu războiul și cu problemele administrației. Preocuparea lui principală a fost însă tot timpul astronomia. Întreaga lui viață particulară și-a consacrat-o străduinței de a găsi o imagine mai rațională cerului. El a expus rezultatele finale ale studiilor sale în cartea sa „*Despre mișcările de revoluție ale corpurilor cerești*”, tipărită abia în anul morții sale, în 1543. În această lucrare el a înfățișat un sistem de sfere al căror centru era Soarele și nu Pământul, a emis părerea că Pământul se învârteste și a arătat amănunțit cum se puteau explica astfel toate datele obținute prin observațiile astronomice. * Motivele care le-au determinat să facă această transformare revoluționară au fost, în esență, filozofice și estetice.^{3:1} Vorbind despre sistemul său heliocentric și despre necesitatea de a admite, pe această bază, distanțe aproape infinite între stele, el scrie : „Socot că este mai ușor să credem acest lucru decât să încurcăm problema presupunând că ar exista un număr mare de sfere cerești, așa cum sînt

siliți și-o facă cei care încearcă să mențină Pământul în centru. Trebuie să luăm ca exemplu natura, care nu produce nimic zadarnic sau de prisos, ci, dimpotrivă, știe să producă dintr-o singură cauză mai multe efecte". 4.84.10

Și după ce descrie una după alta orbitele planetelor, el conchide :

„În centrul tuturor stă pe tron Soarele. În acest templu minunat am putea oare să așezăm acest izvor de lumină într-o poziție mai potrivită din care să poată lumina totul dintr-o dată ? De aceea nu degeaba Soarele a fost denumit lampa, sufletul, stăpînul universului. Hermes Trismegistus îl numește dumnezeul vizibil, iar în „Electra” lui Sofocle el este denumit Atotvăzătorul. Așadar, așezat ca pe un tron regal, Soarele își cîrmuiește copiii, planetele, care se învîrtesc în jurul său. Pământul are în slujba sa Luna. După cum spune Aristotel în lucrarea sa „Istoria animalelor”, Luna se află în cea mai strînsă înrudire cu Pământul. Pământul este fecundat de Soare și își poartă sarcina pentru a naște în fiecare an”. 4.84

Vedem deci aici, pe de o parte, reîntoarcerea la o concepție despre univers foarte veche, de fapt o concepție magică, iar pe de altă parte preamărirea monarhiei centralizate în care domnește regele-soare.

A fost nevoie să treacă un anumit timp pentru ca prezentarea *sistemului solar* să dea roade. Unii astronomi l-au apreciat ca un mijloc de îmbunătățire a calculelor. În 1551, pe baza sistemului lui Copernic au fost întocmite tabelele prusiene, dar puțini au crezut că ele corespund realității. Sistemul solar nu numai că era în contradicție cu simțul comun, dar existau împotriva lui și o mulțime de obiecții la care nici învățații nu puteau răspunde. În special se puneau întrebarea cum putea Pământul să se învîrtească fără a produce un vînt puternic sau a face să devieze un proiectil de pe traiectoria sa. Toate aceste obiecții au fost înlăturate definitiv abia de Galilei (p. 298).

Totuși, simpla idee a unui univers deschis, din care Pământul este doar o parte neînsemnată, a zguduit vechea concepție despre sferele concentrice, închise, de cristal, create și menținute în mișcare de Dumnezeu. Dacă pe Pământ existau lumi noi, oare nu puteau să existe ele și în cer ? Aceasta a fost erezia pentru care avea să moară Giordano Bruno.

Realizările Renașterii

În prima ei fază, revoluția științifică a avut în domeniul ideilor, în general, un caracter distructiv, deși a fost iluminată de o ipoteză constructivă, strălucita ipoteză a lui Copernic. Nu numai în astronomie, dar și în alte domenii de preocupări științifice — în anatomie, în chimie — vechiul mod de a gândi se dovedea a fi necorespunzător și nesatisfăcător. Deși oamenii din timpul Renașterii nu au știut să rezolve

decît puține dintre problemele pe care le-au ridicat, ei au pregătit cel puțin terenul pentru soluționarea celorlalte probleme în marea luptă de idei din secolul următor.

În ceea ce privește aplicarea în practică a realizărilor științei, Renașterea a marcat, dimpotrivă, o perioadă de progrese hotărîtoare. Eforturile oamenilor de știință de la începutul evului mediu slăbiseră treptat, așa cum s-a arătat mai sus, din cauză că știința nu și-a putut găsi nici o aplicare practică. Succesele navigatorilor din epoca Renașterii au dat tocmai ceea ce era necesar : o sferă sigură și mereu crescîndă de aplicare practică a descoperirilor științifice. Se simțea mare nevoie de contribuția astronomiei și a navigației, tocmai a ramurilor științei care s-au păstrat cel mai bine din epoca antichității clasice și care au fost folosite în modul cel mai activ în astrologie și la întocmirea calendarelor. Pasul următor a fost progresul mecanicii prin crearea unor mașini noi și al dinamicii prin dezvoltarea balisticii. Din această clipă viitorul științei era asigurat ; ea devenise o necesitate pentru îndeletnicirile cele mai importante, mai active și mai rentabile : comerțul și războiul. Mai tîrziu ea și-a putut extinde sfera de aplicare asupra manufacturii, agriculturii și chiar asupra medicinei. Importanța Renașterii în toate domeniile a constatat în faptul că a marcat prima ruptură cu economia, politica și ideile evului mediu feudal. Cea mai mare parte a muncii constructive urma să fie depusă mai tîrziu, dar o întoarcere înapoi nu mai era posibilă. Știința începuse să-și pună pecetea asupra istoriei.

7. 4. Faza a doua: știința în perioada primelor revoluții burgheze (1540—1650)

Perioada cuprinsă aproximativ între anii 1540 și 1650 nu are în istorie o denumire potrivită. Ea a fost denumită perioada Contrarenașterii,^{4.4} însă această denumire indică un grad de reacțiune mult mai mare față de faza precedentă decît a fost în realitate. Este adevărat că în această fază au avut loc Contrareforma, cu stilul baroc, care a fost expresia ei plastică, războaiele religioase, care au bîntuit pe rînd în Franța (1560—1598), în Țările de Jos (1572—1609) și în Germania (1618—1648), dar tot în această fază au avut loc și crearea statelor generale în Olanda (în 1576) și a Commonwealthului britanic (în 1649). Dintre aceste evenimente, ultimele două au avut, în ultimă instanță, cea mai mare importanță. Ele marchează triumful politic al unei clase noi, burghezia, în două țări în care era concentrată cea mai mare parte a comerțului și a manufacturii mondiale.

În știință, această perioadă a fost marcată prin primele mari succese ale noii metode de cercetare a fenomenelor,

bază pe observație și experiențe. Ea începe imediat după prima expunere despre sistemul solar făcută de Copernic și se încheie cu consolidarea acestui sistem — în ciuda condamnării lui de către biserică — datorită lucrărilor lui Galilei. Din această perioadă datează descrierea magnetismului pământesc, făcută de Gilbert în 1600, și descoperirea de către Harvey, în 1628, a circulației sîngelui. Tot în această perioadă au fost utilizate pentru prima oară două mari descoperiri care au lărgit cîmpul vizual al cercetătorului naturii: luneta și microscopul.

Din punct de vedere economic, acest secol a fost dominat de rezultatele acumulate în urma călătoriilor pe mare. Volumul schimburilor comerciale cu țările de peste mări a devenit comparabil cu volumul vechiului comerț interior în Europa. Acest secol a fost marcat mai ales de o mare creștere a prețurilor, provocată de afluxul de argint din America. Prăbușirea sistemului feudal al proprietății funciare în Europa occidentală, în special în Olanda și Anglia, a aruncat pe piață un număr mare de oameni lipsiți de pămînt, ceea ce a dus la scăderea simptoare a cîștigurilor reale ale muncitorilor salariați. Aceasta a avut ca urmare o scădere a costului produselor, paralel cu creșterea prețurilor, creșterea capacității piețelor și crearea unui excedent de forță de muncă pentru industriași. Rezultatul a fost o creștere fără precedent a averilor comercianților și industriașilor ale căror întreprinderi se aflau pe noile căi comerciale oceanice și care, prin urmare, puteau să utilizeze noile surse și să aprovizioneze noile piețe.^{4.3 : 4.7} În urma schimbării căilor comerciale, pe de o parte, și a războaielor, pe de altă parte, economia Germaniei, care la începutul secolului al XVI-lea fusese regiunea cea mai avansată a Europei, trebuia să se ruineze.

Pierderile suferite în vechiul centru au fost mai mult decît compensate la periferie. Noul centru economic al Europei, și pe atunci, de fapt, al întregii lumi, s-a deplasat în țările situate pe țărmurile Mării Nordului, mai întîi în Olanda, apoi în Anglia și Franța de nord. Acolo, spre deosebire de celelalte țări maritime, Spania și Portugalia, unde continuau să se mențină relațiile feudale, industria se putea îmbina cu comerțul. Meșteșugarii germani și italieni au emigrat și au răspîndit repede realizările Renașterii din domeniul tehnicii și al meșteșugurilor în țările nordice, care acum au ocupat poziții dominante. În același timp, nevoia de grîu pentru hrana populației în creștere a Olandei și a Angliei, ca și nevoia de în, cherestea, smoală și fier pentru corăbiile lor, a stimulat dezvoltarea economică a țărilor din jurul Mării Baltice, dintre care Danemarca, Suedia, Polonia și

Munla au început să se ridice, una după alta, ca state independente.

Forțele motrice și principalii beneficiari ai acestei a doua faze a revoluției economice au fost negustorii din Olanda și din Anglia, care se sprijineau pe o agricultură și pe un pământ în plină înflorire. Bogăția a adus burgheziei și puterea politică, dar aceasta n-a fost dobândită ușor. Au trebuit să treacă ani de luptă și de războaie fățișe mai înainte ca reușii, întâi cel al Spaniei și apoi cel al Angliei, să fie siliți să-și dea seama că nu mai puteau să țină pe bogații lor supuși olandezi sau englezi în condiții feudale, care îi stăpâneau în goana lor după profit. Motivele aparente ale acestor lupte au fost de ordin religios, ceea ce se poate justifica prin faptul că atât convingerile politice și economice, cât și practica noii burghezii își găseau în calvinism o expresie mai firească decât în catolicism sau chiar în luteranism.^{4,99}

Progresul tehnicii

Din punct de vedere tehnic, acesta a fost un secol al progresului continuu atât în ceea ce privește proporțiile, cât și realizările, însă fără inovații revoluționare ca cele caracteristice secolului precedent și celui următor. Îndeletnicirea predominantă era tot agricultura, iar industria principală era postăvăria. Totuși, transformările începeau să se contureze. Construcția de corăbii se perfecționa pe măsura acumulării de experiență, iar o dată cu aceasta se îmbunătățea și navigația. Dezvoltarea comerțului și reducerea cheltuielilor de transport au dus la o mult mai largă distribuire a bogățiilor în rîndurile burgheziei. Articolele rare de lux, ca mătasea și sticla, au devenit mărfuri de consum obișnuite, în timp ce pe piețele europene au început să apară produse noi din Răsărit și din Apus: bumbacul, porțelanul, cacao și tutunul. În școala flamandă și în cea olandeză, pictura a început treptat să mai stea în slujba religiei și a preamării nobile și a început să înfățișeze oameni simpli care mănîncă, beau și se înveslesc. Aceasta a fost epoca în care olandezii au oferit un model de *confort* burghez în casele lor de la orașe și în vilele lor de la țară, investind sume importante în horticulură și agricultură (p. 334).

Furnalele și fonta

Transformări de importanță mult mai mare se petreceau aproape pe nesimțite în metodele de producție a unor bunuri mai puțin prezentabile, în special în producția fierului. În această perioadă, transformările care au avut loc în Europa în domeniul metalurgiei fierului încă din secolul

al XIV-lea au început să dea rezultate hotărâtoare. Fonta era cunoscută în China încă din secolul I î.e.n. (p. 101), dar se pare că apariția ei în Europa n-a avut nici o legătură cu acest fapt. Producția de fontă este un exemplu tipic de transformare fundamentală determinată de simpla mărire a proporțiilor industriei. Timp de 3 000 de ani fierul se producea în mici cuptoare prin reducerea lui din minereu de fier, cu ajutorul mangalului, la temperatură joasă. Fierul obținut în felul acesta avea aspectul unei paste (p. 101). În cursul evului mediu, aceste cuptoare au fost treptat mărite și insuflarea aerului în ele se făcea cu foale acționate cu ajutorul forței hidraulice. Uneori, temperatura era destul de ridicată pentru a topi fierul și a transforma lupa maleabilă într-un „urs” care nu putea fi forjat.^{4.98} În secolul al XIV-lea mai întâi în Renania s-a ajuns la ideea de a lăsa fierul topit să se scurgă într-o adâncitură în fața cuptorului, numită în limba engleză „scroafă”, care își făcea „purceii” ei de fontă. La început fonta astfel obținută a fost greu de purificat, iar îmbunătățirea acestei metode a avut loc cu încetul; dar, pe măsură ce s-a răspândit cunoașterea procesului, cuptoarele vechi cu cuvă au cedat locul noilor *furnale*, astfel că, spre sfârșitul secolului al XVI-lea, fierul a început să fie turnat cu tona în loc să fie obținut cu chintalul.^{5.9}

Limitarea de mai înainte, pe care prețul scump al fierului o impusese tuturor ramurilor tehnicii, a fost repede înlăturată, însă a apărut o nouă gîtuire provocată de lipsa mangalului necesar pentru topirea cantităților sporite de fier. Vechile regiuni bogate în fier, ca Weald din Sussex, și-au pierdut înflorirea, care a fost dobîndită de Suedia și Rusia datorită pădurilor imense din aceste țări. Fierul a constituit, fără îndoială, un factor important, care, datorită comerțului și războaielor, a adus aceste două țări pe arena economiei mondiale. Fonta a fost folosită în primul rînd la fabricarea armelor, în special a tunurilor, ceea ce a devenit posibil datorită folosirii experienței maiștrilor în turnarea clopotelor din bronz. Anglia și-a cîștigat curînd o reputație în fabricarea tunurilor, pe care le vindea după principii strict comerciale. Tunurile de pe caravelele precatolicului rege al Spaniei, ca și cele ale beului păgîn al Algerului, erau fără nici o îndoială turnate în Sussex.^{4.98}

Folosirea cărbunelui

Lipsa lemnului necesar la topirea fierului a fost numai una dintre numeroasele cauze ale crizei acute a lemnului, care a lovit Olanda și Anglia la sfârșitul secolului al XVI-lea. Înviorarea generală a comerțului a făcut să crească cererea

de lemn — pentru corăbii și case, pentru încălzit, pentru producătorii de sare, de săpun și de bere, ca și pentru uzul casnic — într-o măsură care depășea cu mult capacitatea pădurilor locale. O anumită cantitate putea fi importată, însă un mijloc de remediere aflat la îndemână era cărbunele, care se extrăgea din carierele de cărbuni situate la suprafață, în Northumberland și Scoția, încă de pe vremea romanilor. Acest cărbune își găsisese în evul mediu o oarecare piață la Londra și chiar pe continent. Era un cărbune destul de impur, însă a ajuns să fie întrebuințat de populație în calitate de combustibil, în ciuda tuturor legilor care interziceau cetățenilor folosirea lui.

Având în vedere că în secolul al XVI-lea prețul lemnului de foc crescuse considerabil, folosirea cărbunelui s-a extins pe o scară tot mai largă, iar producția lui s-a mărit cu repeziciune. În 70 de ani, din 1564 până în 1634, transporturile maritime anuale de cărbune de la Newcastle au sporit de 14 ori, ridicându-se la circa 500 000 de tone.^{4.73} Ca urmare, s-au depus eforturi tehnice mai mari pentru extragerea cărbunelui din mine mai adânci și deci mai ușor inundabile. Aceasta a dus la folosirea unor dispozitive împrumutate în mare parte de la minele metalifere din Europa: pompe perfecționate și șine din lemn pentru evacuarea vagonetelor din mine. De fapt, cărbunele avea să rezolve crizele periodice de combustibil, care în trecut împinseseră civilizația din ce în ce mai departe în inima pădurilor virgine. De acum înainte centrul industriei, și o dată cu el centrul civilizației, avea să se mute spre zăcămintele de cărbune, unde s-a oprit pentru încă cel puțin 400 de ani. Acest factor, mai curînd decît oricare altul, a dus la preponderența industrială a Angliei. Pătrunzătorul observator Daniel Defoe, descriind regiunea West Riding din Yorkshire, spunea:

„Natura a fost darnică cu această regiune, îngrozitoare în celelalte privințe. Se găsesc aici două lucruri esențiale atît pentru afaceri, cît și pentru bunăstarea populației, și încă în condiții cum n-am mai văzut niciodată în nici o altă parte a Angliei, ba cred că astfel de condiții nu pot fi înțelnite în nici o altă parte a lumii, așa cum sînt îmbinate aici. Mă refer la zăcămintele de cărbuni și la apele care curg din vîrfurile celor mai înalți munți. Acestea par să fi fost puse acolo de mîna înțeleaptă a providenței chiar pentru scopul căruia îi slujesc astăzi, și anume pentru manufacturi, care altfel nu s-ar fi putut dezvolta. Fără ele, o cincime din populație n-ar fi avut mijloace de trai, căci pămîntul nu i le putea asigura“.

Avîntul industrial de la sfîșitul secolului al XVI-lea și începutul secolului al XVII-lea, care a fost denumit prima revoluție industrială,^{4.7} nu poate fi comparat cu marea revoluție industrială din secolul al XVIII-lea nici din punctul de vedere al inovațiilor tehnice introduse în perioada res-

pectivă, nici din cel al folosirii științei. Cu toate acestea, acum ne putem da seama că prima revoluție industrială a constituit, de fapt, preludiul ei. Înainte ca să se poată concepe sau să devină posibilă trecerea de la o tehnică bazată pe utilizarea lemnului și a forței hidraulice la o tehnică bazată pe utilizarea fierului și a cărbunelui, trebuia ca necesitatea acestei transformări să fie dovedită. Presiunea exercitată de cerințele primei revoluții industriale asupra resurselor limitate, care fuseseră suficiente doar pentru economia feudală a evului mediu, a fost aceea care a îndemnat la căutarea de noi resurse și de noi mijloace tehnice.

Plăsmuitorii de proiecte : Simon Sturtevant

Aceeași presiune a modificat în cele din urmă atitudinea față de tot ce era nou. Din moment ce profitul a fost legalizat, iar metodele noi promiteau bogății, tot ce era nou a început să fie îmbrățișat și nu ocolit. Acesta era noul izvor de venituri, „sacul cu idei“, căruia profesorul Butterfield îi atribuia nașterea științei moderne.^{3.1} Sfârșitul secolului al XVI-lea și începutul secolului al XVII-lea au fost martorii apariției unei pleiade de plăsmuitori de proiecte, numiți mai târziu *inventatori*. Aceștia nu se mulțumeau numai să vorbească, așa cum făcuse Roger Bacon, despre noi mașini minunate, dar se și ofereau să le construiască contra unei recompense corespunzătoare iar uneori le și construiau.

Un astfel de om a fost Cornelius Drebbel (1572—1634), care a construit un submarin și a făcut o demonstrație cu el în apele Tamisei, dar mai târziu a realizat o afacere mult mai bună prin lansarea unei vopsele stacojii. Un alt om de acest fel, o figură uitată și tragică, a fost Simon Sturtevant, un cleric excentric, care ținea mai sus : nici mai mult nici mai puțin decât la „prelucrarea, topirea și obținerea fierului, oțelului și a altor corpuri cu ajutorul cărbunelui, principalul scop al acestei invenții fiind salvarea pădurilor și copacilor țării noastre“ (din prefața la Brevetul invenției sale „Tratatul despre metale“) (1612).^{4.97} Care a fost secretul lui Sturtevant sau cum a ajuns la el nu vom ști, poate, niciodată. Problema pe care și-a pus-o n-a fost rezolvată în practică decât după 100 de ani (p. 431), dar el ne-a lăsat o prețioasă expunere, în multe privințe neîntrecută, asupra aspectelor tehnice și economice ale invențiilor, scrisă înainte de zorii noii epoci industriale. Sturtevant începe cu „heureka, arta invențiilor, care ne învață cum să găsim ceea ce este nou și să judecăm ceea ce este vechi“. Această artă el o subîmparte apoi într-o parte „organică“, cuprinzând capitalul fix, și într-o parte „tehnică“, cuprinzând măiestria

„artizanilor“. Analizînd procesul invenției, Sturtevant deosebește desene, proiecte de modele (schițe și desene exacte), modele care funcționează, prototipuri („protoplasturi“) și, în sfîrșit, „mecanica mare“, sau producția pe scară largă, „organizată în mare după forma și tipul protoplastului sau cu unele adăugiri avantajoase datorite experienței dobîndite ulterior“. El ținea pe deplin seama de prețul de cost al produselor și de criteriile rentabilității și avea idei clare despre mijloacele de sporire a capitalului. Care a fost, totuși, cauza eșecului său total? N-a fost incapacitatea lui tehnică, deoarece dovedise de ce este în stare, inventînd producția vaselor de argilă prin presare pe care o folosim pînă în ziua de astăzi. Causa rezidă, probabil, în condițiile din acele vremuri, cu totul nepotrivite pentru genul de întreprindere capitalistă, pe care a prevăzut-o cu o limpezime atît de uimitoare.

Sturtevant a evaluat venitul anual al monopolului fierului la 330 000 de lire sterline. În consecință, și-a împărțit întreprinderea în 33 de părți; dintre acestea, regele, prinții și favoritul regelui, Carr, urmau să primească 18, Sturtevant numai o parte, iar restul de 14 urma să fie repartizat între „cei care vor risca să înființeze această întreprindere, i se vor alătura sau vor ajuta la funcționarea ei“. Ținînd seama de corupția de la curte, nu este de mirare că nu s-a ales nimic din acest proiect. Doi dintre companionii lui Sturtevant i-au furat brevetul, au reușit să-l priveze pe el însuși de drepturi, dar n-au izbutit să elaboreze procesul de producție, deoarece în amănunțele lui acest brevet original constituie un model de confuzie*.

Industria modernă nu putea să apară nici din condițiile feudale, nici din prerogativele vreunui monarh din epoca Renașterii, care din cauza risipei era mereu în criză de bani și victima unor înșelăciuni. Adevăratul progres tehnic a fost înfăptuit de oameni mărunți, care și-au format capitalul din beneficiile realizate. La aceasta ei au putut ajunge abia în secolul următor, cînd privilegiile regilor, nobililor și breslelor au fost înlăturate (p. 431).

Noii filozofi experimentatori

Acestea erau condițiile în care avea să se maturizeze noua știință, pe jumătate trezită la viață, a Europei. În pofida largii răspîndiri a privilegiilor și corupției, aceste condiții n-au fost neprielnice pentru știință. Nici măcar mișcarea Contrareforme, care reușise să oprească răspîndirea protestantismului în Europa și să o facă să dea înapoi, n-a avut

un efect asemănător asupra științei. Iezuiții, care îndrumau această mișcare, au fost destul de inteligenți ca să-și dea seama că le va fi mai ușor să câștige sufletele oamenilor sprijinind știința decât împotrivindu-i-se orbește. Ei s-au alăturat deci din plin mișcării științifice, mai ales în domeniul noii astronomii, contribuind chiar la răspîndirea ei și întemeind observatoare în India, China și Japonia. În același timp, ei au acționat ca niște cîini de pază înăuntrul științei, veghind asupra ei ca nu cumva să aibă vreun efect dăunător asupra religiei. În felul acesta, fără să-și dea seama, au creat un avantaj pentru oamenii de știință din țările protestante, rămași în afara controlului lor.

În secolul al XV-lea știința nu s-a mai concentrat în Italia, ci s-a răspîndit larg în întreaga Europă, deși superioritatea intelectuală a Italiei avea să mai dăinuiască un timp după decăderea ei politică și economică. Italia, prima dintre țările Europei occidentale care a rupt cu tradiția feudală, a continuat să rămînă centrul culturii europene multă vreme după ce își pierduse importanța politică și economică. Această cultură luase o dezvoltare echilibrată, deoarece Italia a fost la început singura țară din Europa în care universitățile, în majoritatea lor, introduseseră noul sistem de învățămînt. Afară de aceasta, profesorii erau în același timp și curteni, avînd astfel posibilitatea să îmbine cunoașterea practică a lumii cu informarea completă și contactul cu tradiția scolastică. Din orice țară ar fi venit, din Polonia, Anglia sau Franța, oamenii de știință își dobîndeau cunoștințele în Italia și tot în Italia își realizau cele mai bune lucrări.

Noii filozofi experimentatori, sau oameni de știință cum îi numim astăzi (p. 7), nu mai făceau parte din masa populației orășenești din epoca Renașterii. Ei erau acum mai degrabă reprezentanți individuali ai noii burghezii, în mare parte juriști, ca Vieta, Fermat, Bacon; medici, ca Gilbert, Copernic, Harvey; cîțiva dintre ei erau nobili de rang mai mic, ca Tycho Brahe, Descartes, von Guericke și van Helmont; clerici, ca Mersenne și Gassendi; iar unii dintre ei, cum a fost Kepler, erau chiar reprezentanți străluciți ai păturilor de jos. În istorie ei sînt prezentați ca figuri izolate; în realitate însă ei au menținut tordeauna, datorită numărului lor foarte mic, un contact mult mai ușor și mai rapid între ei decât oamenii de știință din zilele noastre, al căror număr este mare, dar care lucrează în condițiile unor presiuni, întîrzieri în publicarea lucrărilor lor și restricții de ordin militar și politic mereu crescînde.

Educația științifică. Colegiul Gresham

După modelul școlilor portugheze și spaniole din prima fază a revoluției științifice, în Olanda și Anglia s-au dezvoltat primele începuturi ale educației științifice, cu o tendință vădită spre navigație. Flamanzii Gemma Frisius (1508—1555) și Gerhard Mercator (1512—1594), au arătat cum trebuie întocmite hărțile maritime exacte. Ei au fost urmași îndreptățați de geografil englezi, dintre care primul, John Dee (1527—1608), deși mai mult cunoscut ca astrolog, a fost prietenul și sfetnicul multora dintre marii navigatori de pe vremea reginei Elisabeta și poate fi considerat, pe bună dreptate, ca primul om de știință britanic al noii epoci. Primul institut pentru predarea noii științe în Anglia a fost Gresham College, întemeiat în 1579 prin testamentul lui Sir Thomas Gresham (1519—1579), unul dintre marii comercianți londonezi, consilier financiar al Coroanei și întemeietorul Bursei din Londra. El a personificat alianța dintre capitalul comercial și noua știință. Spre deosebire de Collège de France, care a luat ființă în timpul generației anterioare (p. 259), Colegiul Gresham n-a fost numai o instituție umanitară. Prelegerile erau ținute în engleză și în latină. Dintre cei șapte profesori, doi au predat geometria și astronomia. Profesorului de astronomie i s-a cerut să țină prelegeri și despre instrumentele de navigație „pentru dezvoltarea cunoștințelor marinarilor”.^{4.48}

Colegiul Gresham avea să fie timp de peste un secol centrul științific al Angliei și avea să ajute Societatea Regală, care la început se întrunea în sălile sale.

Cea mai mare parte a oamenilor de știință din această perioadă socoteau ca de la sine înțeles ceea ce în timpurile clasice și medievale era considerat drept o erezie, și anume că principala preocupare a științei este studiul naturii și al meșteșugurilor și că rostul ei este să fie utilă. Cei mai mulți dintre ei se aflau un anumit timp în slujba statului și căutau, prin invenții practice pentru timp de pace și de război, să justifice funcția pe care o dețineau. Originalitatea și individualismul lor erau numai aparente. În cea mai mare parte, gândirea lor se baza în mod necesar pe aceleași tradiții, se foloseau de aceleași metode și se orientau spre aceleași probleme. Aceste probleme erau limitate ca număr în comparație cu universalismul specific al Renașterii sau cu cercetarea sistematică a naturii din faza ulterioară a științei organizate. Principalele probleme din acele timpuri erau cele legate de mișcarea astrilor — care puteau fi folosite de astronomie pentru navigație —, de mișcarea proiectilelor și a mașinilor și de mecanismul complex al corpului omenesc. Programul

acestor oameni de știință nu mai era pur negativ, ca în prima fază a Renașterii; ei își propuneau nu atât distrugerea sistemelor lui Aristotel și Galenus, cât găsirea unor alternative valabile. În această privință, succesul lor a întrecut toate așteptările, deși sinteza finală a rămas rezervată epocii lui Newton.

7. 5. Fundamentarea sistemului heliocentric

Pentru înțelegerea deplină a întregii însemnătăți a revoluției produse de Copernic în știință, a trebuit să treacă un oarecare timp. Majoritatea astronomilor profesioniști au adoptat numaidecât teoria lui Copernic, datorită simplității ei, și ca un mijloc, deși încă departe de a fi precis, pentru îmbunătățirea tabelelor astronomice. Li s-au alăturat apoi cei care găseau în această teorie o ilustrare convingătoare a absurdității vechii concepții medievale, aristotelice, despre lume sau cei ademiniți de viziunea unui univers infinit pe care o dezvăluia. Cel mai renumit dintre aceștia a fost Giordano Bruno (1548—1600).^{4.90} Născut la Nola, lângă Neapole, om de un temperament înflăcărat și o imaginație pătrunzătoare, el a ajuns curînd să se certe cu ordinul călugăresc în care intrase și a colindat toată Europa, susținînd discuții și publicînd cărți și pamflete în care îmbina misticismul lui Raimundus Lullus cu ideea pluralității lumilor. Era atît de înzestrat, încît impresiona deopotrivă pe magnați și pe oamenii de știință, dar limba lui ascuțită i-a făcut mai mulți dușmani decît prieteni, astfel că a fost nevoit să pribegască fără încetare. În cele din urmă, în 1592, riscînd o vizită la Veneția fără să fi luat suficiente măsuri de precauție, a fost trădat și dat pe mîna inchiziției din Roma, care, după opt ani de detențiune, l-a ars pe rug pentru erezie. El a fost un martir nu atît al științei, cît al libertății de gîndire, deoarece n-a făcut nici experiențe, nici observații, dar și-a susținut pînă la capăt dreptul de a trage din datele științifice orice concluzii ar fi găsit de cuviință.

Giordano Bruno i-a determinat pe oameni să gîndească și să aducă argumente în legătură cu teoria lui Copernic. Execuția lui i-a înspăimîntat pe mulți catolici, dar a insuflat curaj unui număr tot atît de mare de protestanți. Era totuși nevoie de argumente mai temeinice pentru ca teoria lui Copernic să poată fi consolidată și aplicată cu folos. Ceea ce lipsea acestei teorii în prima ei formă era o descriere exactă a orbitelor planetare, pe care urmau s-o realizeze prin munca lor astronomii, precum și argumente care să justifice de ce mișcarea Pămîntului nu este perceptibilă, sarcină care implica crearea unei noi științe, dinamica.

Uraniborg și Tycho Brahe

Prima dintre aceste sarcini a fost adusă la îndeplinire de doi oameni remarcabili : Tycho Brahe (1546—1601) și asistentul acestuia, Johannes Kepler (1571—1630). Tycho Brahe, un nobil danez, a reușit să exercite destulă influență asupra regelui Frederic al II-lea pentru ca acesta să clădească, în 1576, primul institut cu adevărat științific al lumii moderne, Uraniborg. Acesta se afla pe insula Hveen, în strîmtoarea Sund, de la care Danemarca și-a strîns, prin taxe vamale, o mare parte a bogăției ei. Acolo, cu instrumente special construite, Tycho a făcut o serie de observații exacte asupra poziției stelelor și planetelor, care au întrecut tot ce se realizase pînă atunci în acest domeniu. El a fost influențat de opera lui Copernic, dar a preferat un sistem propriu, potrivit căruia Soarele se învîrtea în jurul Pămîntului, iar planetele se învîrteau în jurul Soarelui, ceea ce reprezintă, bineînțeles, sistemul lui Copernic raportat la un Pămînt imobil. De fapt, el a ales sistemul care corespundea mai bine observațiilor făcute de el, fără să se preocupe de absurditatea acestui sistem din punctul de vedere al fizicii. El a reușit să sfărîme sistemul aristotelic, fără a-și fi propus acest lucru, demonstrînd că Nova (steaua nouă) apărută în 1572 se afla în sfera stelelor fixe, unde, prin definiție, nu putea să aibă loc nici o schimbare. Tycho a trăit într-o epocă de tranziție pentru astronomie, într-o epocă în care vechile necesități în ce privește datele astronomice, destinate aproape exclusiv astrologiei și deci finanțate numai de prinți, își cedau locul noilor necesități de date mai exacte, pentru uzul navigației.

Kepler

Rezultatele lucrărilor lui Tycho au dobîndit o valoare deosebit de mare pentru progresul științei abia după ce au fost prelucrate de Kepler. Acesta se trăgea din părinți săraci și a dus o viață de neconținute lupte și privațiuni, datorite în parte și caracterului său ciudat. El a fost primul mare om de știință protestant, dar cea mai mare parte din viața sa a lucrat în țări catolice. Kepler îmbina într-un mod cu totul neobișnuit o imaginație înclinată spre fantastic, profund impregnată de magia numerelor, cu o integritate scrupuloasă în ce privește precizia măsurătorilor și a calculelor făcute de el. Principalul imbold al activității sale a fost dorința mistică de a pătrunde tainele universului, după cum stă mărturie titlul primei sale lucrări „*Mysterium Cosmologicum*” („Taina universului”).^{4.63} Trebuia însă să-și câștige cele necesare traiului și, după cum spunea el, „dumnezeu

a asigurat fiecărui animal mijloacele sale de existență, iar astronomilor le-a dat astrologia". Kepler era asistentul lui Tycho Brahe, în ultimii ani ai vieții acestuia, la năstrușnicul institut de alchimie și astrologie înființat de împăratul Rudolf al II-lea la Praga. Faptul în sine, că în secolul al XVI-lea se desfășurau cercetări științifice active și subvenționate în Polonia, Danemarca și Boemia, constituia un semn al noii dezvoltări economice de pe atunci în aceste țări, situate la periferia Europei feudale.

Acolo a încercat Kepler să găsească cel mai bun mod de a reprezenta mișcările planetelor printr-o curbă unică. Copernic încă nu putea să se debaraseze de cercuri și epicycle-uri, care, pe lângă faptul că erau greoaie, nici nu puteau fi aduse în concordanță cu noile observații exacte. După multe eșecuri, Kepler a ajuns la concluzia că singura explicație a mișcării planetei Marte, așa cum putea fi observată pe cer, consta în aceea că orbita acestei planete este o elipsă, Soarele fiind situat într-unul din focarele sale. Ideea orbitelor eliptice nu era cu totul nouă; ea fusese sugerată de Arzachel (1029—1087) din Toledo în secolul al XI-lea, însă pe baza unor date cu totul insuficiente. Succesul lui Kepler se explică prin faptul că a trăit într-o vreme în care datele astronomice erau destul de precise pentru a demonstra că nici un cerc sau combinație de cercuri nu corespund orbitelor planetelor, dar totodată ele încă nu erau atât de precise încât să se poată constata că aceste orbite nu erau adevărate elipse, ci curbe mai complicate, care aveau să fie explicate abia de Einstein.

Ipoteza orbitelor eliptice și celelalte două legi prin care Kepler a explicat viteza de mișcare a unei planete pe orbita ei nu numai că au înlăturat principala obiecție a astronomilor împotriva ipotezei lui Copernic, dar au dat o lovitură de moarte concepțiilor lui Pitagora și Platon, potrivit cărora corpurile cerești nu puteau efectua decât mișcări ideale, adică circulare, concepții pe care le împărtășea chiar și Copernic. Totuși, aceste calcule pur astronomice ale lui Kepler n-au constituit elementul hotărâtor în declanșarea marii revoluții din mentalitatea omenirii care a dus la o concepție cu totul nouă asupra universului, deși ele urmau să formeze baza observațiilor pentru o explicație cantitativă, dinamică, pe care avea s-o elaboreze mai târziu Newton (p. 334 și urm.).

Luneta

Factorul hotărâtor care a determinat recunoașterea noii concepții asupra structurii cerurilor avea să fie nu o extindere a calculelor astronomice, care puteau fi apreciate nu-

mai de specialiști, ci un mijloc fizic, la îndemîna tuturor, care apropia cerurile de Pămînt, astfel încît Soarele, Luna și stelele să poată fi cercetate mai în amănunt. Este vorba de lunetă.

Luneta în sine n-a fost, probabil, o invenție științifică : ea apare, nu se știe bine cum, în Olanda, ca un produs accesoriu al producției de ochelari. Legenda spune că prin anul 1600, în atelierul lui Lippershey, un copil jucîndu-se s-a uitat prin două lentile puse una în spatele celeilalte și a observat că lucrurile par că sînt mai aproape. Faptul că n-a fost nevoie de un geniu științific pentru a inventa luneta dovedește că inventarea sa întîrziase destul de mult. Nevoia aceasta a existat totdeauna, dar nu s-a făcut nimic în această direcție pentru că nu s-a crezut că un astfel de instrument ar putea fi realizat. Mijloacele pentru a construi o lunetă existau, de fapt, cam de 300 de ani. Se pare însă că pentru descoperirea întîmplătoare a lunetei a fost nevoie numai de simpla concentrare cantitativă a manufacturii optice care a însoțit prosperitatea din secolul al XVI-lea.

Galileo Galilei

Luneta avea să devină cel mai important instrument științific al acelei epoci. Îndată ce știrea despre lunetă ajunsese la urechile profesorului de fizică și de inginerie militară din Padua, Galileo Galilei (1564—1642), el s-a gîndit să-și construiască singur una și s-o îndrepte către cer. Galilei era încă de pe atunci un adept convins al lui Copernic, nutriend totodată un profund interes pentru mișcarea pendulului și pentru problemele înrudite, ca cea a căderii libere a corpurilor. În primele cîteva nopți de observații asupra cerului, el a văzut destul pentru a sfărîma în întregime imaginea aristotelică a lumii. Într-adevăr, Luna s-a dovedit a nu fi o sferă perfectă, ci acoperită de mări și munți ; planeta Venus avea faze ca și Luna, iar planeta Saturn părea să fie împărțită în trei părți. Dar ceea ce era mai important a fost observația făcută de el că în jurul lui Jupiter se învîrteau trei stele sau luni — un model în miniatură al sistemului lui Copernic, pe care oricine privea prin telescop putea să-l vadă cu propriii lui ochi.

Pricepîndu-se la reclamă și înțelegînd bine valoarea materială a descoperirilor sale, ceea ce pentru el nu era cîtuși de puțin incompatibil cu satisfacția pură a descoperirii, Galilei a încercat imediat să vîndă, mai întîi ducelui de Florența (un Medici), iar apoi regelui Franței și papii, dreptul de a fi nașii acestor stele, însă suma cerută pentru ono-

rurile cerești li s-a părut acestora prea mare. Mai târziu, dându-și seama de marea importanță practică a folosirii mișcării corpurilor cerești pentru a determina longitudinea pe mare, el a încercat să vîndă acest secret regelui Spaniei și statelor generale ale Olandei, care oferiseră premii pentru descoperirea unei metode de determinare a longitudinii, dar nu puteau găsi pretendenți pentru obținerea acestor premii. 1.3.197

Aceste încercări n-au constituit însă pentru Galilei decît preocupări secundare. El și-a dat seama imediat de caracterul cu adevărat revoluționar al noilor observații. El putea să ofere oricui posibilitatea de a vedea cu ochii proprii pe cer modelul sistemului lui Copernic. Acestea erau cunoștințe care nu trebuiau tănuite, ci răspîndite cît mai larg. N-a trecut nici o lună și Galilei a publicat cel mai mare succes de librărie din anul 1610, broșura științifică „Sidereus nuntius” („Crainicul stelelor”), în care și-a descris observațiile în mod concis și foarte limpede. Lucrarea a stîrnit o mare senzație și n-a provocat deocamdată nici o reacție defavorabilă. Procesul lui Galilei avea să aibă loc după 24 de ani. Cu toate că în 1618 s-a pronunțat în mod oficial cu oarecare rezervă¹ condamnarea concepțiilor lui Copernic, această împrejurare n-a împiedicat ca ele să fie considerate o reprezentare matematică a mișcărilor cerurilor. Cîțiva adepți înverșunați ai lui Aristotel au refuzat să se uite prin lunetă, deoarece susțineau că știu și așa destul de bine, cu ajutorul rațiunii pure, ce se petrecea în ceruri. Atîta vreme cît rațiunea și observația puteau fi ținute în sfere diferite ale discuției, complicațiile puteau fi evitate.

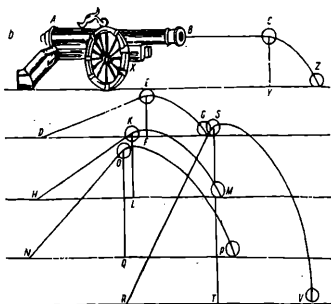
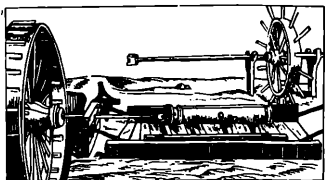
Căderea corpurilor. Dinamica

Galilei și-a dat totuși seama că nu era suficient să verifice, prin observații preferințele estetice ale lui Copernic pentru sistemul său. Mai trebuia să-l și fundamenteze, explicînd cum poate exista un astfel de sistem și înlăturînd obiecțiile pe care le ridicaseră în trecut împotriva lui atît filozofia, cît și bunul-simț. Trebuia să se explice cum de se putea învîrți Pămîntul fără a produce un vînt puternic care să sufle în sens opus și de ce corpurile aruncate în aer nu rămîneau în urmă. Aceasta a necesitat un studiu temeinic al mișcării libere a

¹ Este vorba, probabil, de decretul emis de inchiziție în 1616, care include cartea lui Nicolai Copernic „Cu privire la ipotezele referitoare la mișcările cerești. Scurt comentar” în indexul cărților interzise, cu rezerva „pînă la îndreptare”. — *Nota trad.*

corpurilor. Problema căpătase de altfel de mult o mare importanță practică în legătură cu lansarea proiectilelor.

În vremea aceea începea să fie recunoscută teoria impulsului, emisă de Filopon (p. 186), acceptată de arabi și studiată de nominaliștii parizieni (p. 222). Se presupunea că, la ieșirea din tun, proiectilul are un impuls sau o putere vie care pentru un timp anihilează tendința lui firească de a cădea în jos. În secolul al XVI-lea, Tartaglia (1500—1557), Benedetti (1530—1590) și alții au dezvoltat această idee, afirmând că în intervalul dintre înălțarea lui vertiginosă și căderea lui firească proiectilul face o mișcare compusă din arce de cerc. Traectoria indicată de ei era destul de apropiată de cea descrisă efectiv de bombele mortierelor din acele vremuri. Ceea ce lipsea însă acestei teorii era o fundamentare logică sau matematică^{4,04} (fig. 10).



Fizica experimentală

Galilei a reușit să facă ceea ce alții au încercat fără succes, și anume să dea o descriere matematică a mișcării corpurilor. Aceasta avea să fie opera cea mai importantă a vieții sale, expusă în întregime abia în lucrarea „Dialoguri cu privire la două științe noi”, publicată după condamnarea sa, dar schițată și în lucrarea „Dialog cu privire la cele două sisteme cosmologice principale”, care constituise cauza directă a conflictului său cu biserica. Galilei a pus la îndoielă toate concepțiile îndeobște acceptate, recurgând în acest scop la metoda nouă, metoda experimentului. Dacă,

Fig. 10. TUNUL ÎN TEHNOLOGIA ȘTIINȚEI RENĂȘTERII (a) Sfredelirea țeavii de tun cu roata hidraulică sau acționată manual (p. 239). (După Biringuccio, „Pirotechnia”). (b) Traiectoria ghiulelor trase la diferite unghiuri de înclinare a țeavii. Prima poziție, în linie dreaptă, se explică prin teoria impulsului (p. 295).

(După Céspedes, „Instrumentos Nuevos de Geometria”, 1606.)

Într-adevăr, a lăsat sau, nu să cadă greutăți din vârful turnului din Pisa, aceasta nu are importanță; știm însă că pentru a face măsurători precise în legătură cu căderea corpurilor a folosit în experiențele sale și pendulul, și planul înclinat.

Acestea au fost, practic, primele experiențe ale științei moderne. Ele se deosebeau de experiențele scolasticilor din secolul al XIII-lea în special prin faptul că urmăreau cercetarea fenomenului și nu ilustrarea lui și mai ales prin caracterul lor cantitativ, ceea ce făcea posibilă tratarea lor matematică. Galilei însuși a avut o atitudine de compromis față de propriile sale experiențe. El a afirmat o dată că făcea experiențele nu pentru a se convinge pe sine, ci pentru a convinge pe alții. Avea o încredere nestrămutată în capacitatea sa de a interpreta natura prin rațiune. În acest sens experiențele lui erau mai curînd demonstrații decît experiențe. Totuși, el le-a efectuat cu adevărat, spre deosebire de experiențele ideale, pe hîrtie, care încețoșează fizica modernă. Mai mult decît atît, atunci cînd experiențele sale dădeau alte rezultate decît cele pe care le aștepta, el nu le respingea, ci revenea la verificarea raționamentelor sale. El a dovedit astfel respectul absolut față de fapte, ceea ce constituie o trăsătură distinctivă a științei experimentale.

Interpretarea matematică a experiențelor lui Galilei asupra căderii corpurilor s-a dovedit mult mai dificilă decît experiențele înseși. Trebuia sesizată ideea că un corp care își schimbă mereu viteza are totuși la un moment dat o anumită viteză. De altfel Galilei a pornit-o greșit de la început, presupunînd că viteza unui corp în cădere ar crește proporțional cu distanța parcursă, în timp ce, așa cum avea să stabilească el însuși mai tîrziu, viteza este direct proporțională cu *timpul* de cădere a corpului.^{4.64} Pentru a înțelege legile căderii libere a corpurilor și, prin urmare, cele ale mișcării proiectilelor de tun în aer și a Lunii pe cer, era necesar să se sesizeze noțiunea fizică extrem de dificilă a vitezei într-un moment dat. Noțiunea matematică corespunzătoare este derivată dx/dt , adică valoarea-limită a raportului dintre două mărimi, care rămîne constantă, cînd mărimile înseși devin infinit de mici. Galilei a folosit aceste noțiuni fără a le formula precis. Îmbinînd experimentarea exactă cu analiza matematică, el a rezolvat problema relativ simplă a căderii libere a corpurilor, arătînd că în vid un proiectil ar urma o traiectorie parabolică. Prin aceasta el a creat primul model clar al metodelor fizicii moderne, care aveau să se dezvolte cu mare succes în secolele următoare. Pînă

nu de mult, metoda fizică exactă pe care a inițiat-o el a fost considerată metoda de bază a științei, metodă la care în cele din urmă, trebuia să recurgă orice altă știință.

Renășterea matematicii

Realizările lui Galilei și Kepler au fost posibile pentru că ei stăpâneau la perfecție noua *matematică*, știință care înflorise o dată cu Renășterea. Vieta (1540—1603) făcuse un pas hotărâtor, introducând *simbolurile* în toate demonstrațiile algebrice prin folosirea literelor atât pentru mărimile cunoscute, cât și pentru cele necunoscute, nu numai în algebră, ci și în trigonometrie. Acest procedeu pur tehnic a sporit considerabil rapiditatea calculelor și a înlăturat confuziile care se produc inevitabil prin folosirea cuvintelor. Datorită lucrărilor lui, ca și celor ale lui Cardan (1501—1576) și Tartaglia, metodele algebrice au putut fi folosite în rezolvarea oricărei probleme în care mărimile puteau fi exprimate prin numere. Vechea geometrie greacă își mai păstra încă prestigiul, mai ales după regăsirea operelor lui Arhimede și după editarea lor pentru prima oară de Tartaglia în 1543; însă calculele numerice puteau fi efectuate mult mai ușor prin metode algebrice. S-a înregistrat un alt mare progres practic atunci când Simon Stevin (1548—1620) a introdus fracțiile zecimale în 1585, iar Napier (1550—1617) logaritmi în 1614. Simplificarea calculelor a contribuit la creșterea considerabilă a productivității muncii astronomilor și fizicienilor practicieni.

Pentru a încheia lanțul demonstrațiilor sale, Galilei trebuia să lege matematica de mecanică. Rezolvarea acestei probleme l-a preocupat în decursul întregii sale activități științifice. Leonardo a căutat pe dibuite procedee de abordare cantitativă a mecanicii; Galilei, bucurându-se de avantajele unor experimentări mai bine puse la punct și ale unei matematici mai adecvate aplicațiilor practice, a rezolvat cu succes această problemă. El a devenit unul dintre întemeietorii tehnicii științifice, celălalt fiind același Simon Stevin din Bruges, primul mare inginer al noii Olande, care a participat activ la războiul de eliberare a Olandei. Lui i se datoresc formularea legilor compunerii forțelor și crearea bazelor hidraulicii cantitative.

Statica și dinamica.

Calități primare și secundare

O deplină înțelegere a mișcării corpurilor fizice reclamă un studiu al forțelor mai întâi când corpul se află în stare

de echilibru, ceea ce face *statica*, iar apoi cînd nu se mai află în echilibru, ceea ce constituie obiectul *dinamicii*. Acestea au fost cele „două științe noi”^{4.40} întemeiate de Galilei, care a pus astfel nu numai bazele legilor mișcării, ci și ale teoriei matematice a rezistenței materialelor. folosind în acest scop cunoștințele dobîndite cu prilejul discuțiilor purtate cu meșterii constructori de corăbii.

Galilei a formulat mai limpede decît oricare altul înaintea lui ideea că proprietățile necesare și esențiale ale materiei — de fapt singurele care puteau fi studiate prin metoda matematică și, prin urmare, cu o anumită certitudine — sînt întinderea, poziția și densitatea. Toate celelalte proprietăți, „gustul, mirosul, culoarea, raportate la obiectul în care par să se afle, nu sînt altceva decît simple denumiri. Ele există numai în corpul observatorului...” Adepții noii științe au înțeles acest lucru nu ca o limitare, ci ca un program de reducere a experiențelor la proprietățile primare: „dimensiune, formă, cantitate și mișcare”.

Distrugerea cosmologiei antice

Pentru a obține recunoașterea generală a noii sale științe matematice-mecanice, Galilei trebuia mai întîi să distrugă sistemul ptolemeic al sferelor cerești și, o dată cu aceasta, așa cum el însuși și-a dat seama foarte bine, întreaga filozofie a lui Aristotel, care timp de aproape 2 000 de ani forma baza nu numai a științelor naturii, ci și a celor sociale. El era deosebit de potrivit pentru această sarcină, deoarece, aflîndu-se la Padua, cunoscuse filozofia aristotelică în plină înflorire. El era deci în cunoștință de cauză și putea să-l combată pe Aristotel cu propria lui logică într-un mod pe care scolasticii nu-l puteau nesocoti, oricît de mult l-ar fi dezaprobat. În fond, întreaga activitate științifică a lui Galilei a constituit un protest ascuns împotriva adepților lui Aristotel, însă prima manifestare fățișă a acestui protest a fost publicarea în 1632 a cărții sale cu caracter polemic „Dialog cu privire la cele două sisteme cosmologice principale: al lui Ptolemeu și al lui Copernic”, pe care a dedicat-o papii. În această carte, scrisă nu în latina savanților, ci în limba italiană, ca să poată fi citită de toată lumea, el a criticat și a ridiculizat fără cruțare concepțiile oficiale asupra celei mai importante probleme. Această carte a reprezentat primul mare manifest al noii științe.

Procesul lui Galilei

Sfidarea pe care a aruncat-o Galilei nu putea fi trecută cu vederea și a dus direct la faimosul proces. Galilei își făcuse în cercurile științifice tot atâția dușmani ca și în cercurile bisericești, iar o dată cu apariția „Dialogului”, aceștia și-au dublat atacurile împotriva lui. Este greu să ne imaginăm astăzi că o problemă pur academică, cum este mișcarea Pământului și a planetelor, a putut fi cauza unei lupte atât de înverșunate, însă în acele vremuri se considera că mint în joc chestiuni mult mai importante. După secole de dispute violente și cu prețul unor mari eforturi intelectuale se ajunsese la un compromis între filozofia lui Aristotel și biserică, un compromis pe care nici măcar certurile doctrinale din epoca Reformei nu-l zdruncinaseră. Dacă s-ar fi trecut cu vederea sfidarea aruncată într-un domeniu esențial, cum era structura cerurilor, cine putea ști pînă unde ar fi putut ajunge aceste atacuri? Adepți atât de înflăcărați ai lui Copernic ca Giordano Bruno și Campanella (1568—1639) trăseseră deja din noua știință unele concluzii care amenințau temelile bisericii, ale statului, ale moralei publice și chiar ale proprietății însăși (p. 228); Giordano Bruno fusese ars pe rug, Campanella fusese întemnițat pentru mulți ani de zile. Cu Galilei era însă altceva: el avea un prestigiu științific și prieteni puternici, catolicismul său nu putea fi pus la îndoială și, în afară de domeniul științei, nu era cîtuși de puțin revoluționar.

Procesul s-a judecat, bineînțeles, pe baza ideilor și modului de a raționa ale bisericii și nu pe baza acelorale ale lui Galilei, astfel că rezultatul era hotărît dinainte. Interesant este însă faptul că procesele-verbale ale dezbaterilor procesului au fost ținute secrete, după toate probabilitățile, din cauza temerilor că publicarea lor ar fi dezvăluit nu severitatea judecătorilor, ci relativa lor indulgență.^{4.102} Papa și Curia se temeau mai mult de eventuala reacție a adepților fanatici ai bisericii decît de aceea a oamenilor de știință. Galilei a fost condamnat și silit să facă faimoasa retractare, dar n-a fost întemnițat decît în mod formal în palatul unuia dintre prietenii săi. În locul său de retragere, el și-a putut încheia lucrarea sa despre dinamică și statică, pe care a publicat-o în ultimii ani ai vieții.

Acest proces a marcat totuși o epocă, deoarece a adus pe tapet conflictul dintre știință și dogma religioasă. Prin eșecul său efectiv — întrucît verdictul a fost primit cît se poate de negativ de aproape întreaga lume științifică, chiar în țările catolice —, el a ridicat nemăsurat de mult presti-

giul noii științe experimentale revoluționare, mai ales în țările care se eliberaseră de sub autoritatea bisericii romane. Opera lui Galilei apare ca punctul culminant al atacului împotriva vechii cosmologii. De acum înainte, această cosmologie a fost abandonată pe nesimțite, astronomii practicieni folosindu-se cu toții de teoria sistemului solar enunțată de Copernic și Kepler. Patruzeci de ani mai târziu, în teoria gravitației universale a lui Newton aveau să fie îmbinate legile lui Kepler, deduse din observații, cu legile dinamicii, descoperite de Galilei.

Magnetismul : Norman și Gilbert

O altă contribuție din domeniul fizicii care a dus la sinteza lui Newton a fost studiul experimental al magnetismului, cunoscut omenirii prin publicarea în anul 1600 a lucrării „Despre magnet, corpuri magnetice și marele magnet al Pământului” de William Gilbert, medic al reginei Elisabeta. Descoperirea experimentală pe care se baza această lucrare, și anume înclinarea acului magnetic, fusese observată mai înainte de Hartmann (1489—1564), în 1544, și studiată amănunțit de Robert Norman (1590), marinar și meșter în construcția de busole, unul dintre primii oameni de știință care nu era de origine nobilă și nu avea studii științifice. El era deplin conștient de drepturile sale, așa cum le formulează în prefața lucrării sale „Noua forță de atracție” (1581) :

„...Totuși am de gând, cu voia lui Dumnezeu, fără a micșora meritele altora și fără a le exagera pe ale mele, să expun în scris un adevăr experimental recent descoperit de mine în această piatră și care este contrar părerilor tuturor aceloră care au scris până acum despre aceasta. Nu intenționez să prezint aici niște presupuneri sau născociri goale și obositoare, ci să-mi expun cât mai scurt posibil concluziile, bazându-mi argumentele numai pe experiență, rațiune și demonstrație, care sînt temeliile meșteșugului. Este adevărat că învățații care se îndeletnicesc cu matematica ar putea spune, așa cum au și scris unii dintre ei, că aceasta nu este treaba unui mecanic sau a unui marinar, la fel cum nu este treaba lui nici determinarea longitudinii, căci de ea trebuie să te ocupi numai prin demonstrație geometrică și calcul aritmetic. În aceste meșteșuguri ei ar dori ca toți mecanicii și marinarii să fie niște neștiutori sau, în orice caz, prea puțin pregătiți pentru a rezolva o astfel de problemă. Ei folosesc ca argument împotriva noastră proverbul latin al lui Apelles : „Ne sutor ultra crepidam” („Cunoaște-ți lungul nasului”). Eu cred însă că, deși cărturarii din domeniul acestor științe, stînd în cabinetele lor de lucru printre cărți, pot să născoească probleme mari, să aștearnă pe hîrtie idei istețe și să se exprime în vorbe alese, ei doresc ca toți mecanicii, neputînd să se facă auziți, să le predea toate cunoștințele și ideile lor, ca ei să le poată aplica după plac și să poată prospera de pe urma lor. Există totuși în țara noastră destui mecanici care, în cele câteva specialități și profesiuni ale lor, cunosc aceste meșteșuguri ca pe cele cinci degete ale lor și le pot aplica în diversele lor scopuri cu tot atîta succes și cu mai multă trageră de inimă decît cei care îi disprețuiesc atît”.

Am reprodus acest citat în întregime, fiindcă reprezintă un fel de manifest sau o sfidare aruncată de noii meșteșugari vechilor scolastici. Această sfidare și-a găsit un ecou în polemicile lui Gabriel Harvey (1545—1630). Harvey, fiu al unui frînghier, era prieten al lui Spencer, care revendica în literatură aceleași drepturi ce aveau curînd să fie disputate de fiul unui mînușar, William Shakespeare. Harvey
acria : 4.51

„Cel care își amintește de Humfrey Cole, mecanic și matematician, de Matthew Baker, constructor de corăbii, de John Shute, arhitect, de Robert Norman, navigator, de William Bourne, tunar, de John Hester, chimist, sau de oricare alt meșter priceput și practician ingenios (Cole, Baker, Shute, Norman, Bourne și Hester vor rămîne în memoria oamenilor chiar și atunci cînd învățați mai de seamă decît ei vor fi dați uitării) este un orgolios dacă-i disprețuiește pe meșterii specialiști sau pe oricare practician înțelept și harnic pentru simplul fapt că n-a primit erudiție în școli sau a citit puține cărți... Care matematician eminent ca Digges, Harriot sau Dee nu prețuiește pe un mecanic priceput? Fiecare om pe treapta sa să se bucure de ceea ce i se cuvine, iar mecanicul cîstigt, dedalistul bun, neptunistul priceput, vulcanistul excelent și oricine se ocupă de arta lui Mercur, adică orice meșter al meșteșugului său și orice doctor al tainei sale, să fie respectat pe măsura meritelor sale dobîndite într-o slujbă publică sau într-un meșteșug particular”.

Totuși, scolastici mai aveau încă de îndeplinit sarcini importante. Ei trebuiau să transmită cunoștințele din trecut noilor meșteșugari-savanți, pînă cînd aceștia aveau să învețe să stea pe propriile lor picioare, și mai trebuiau, prin legăturile lor cu clasele înalte și avute, să asigure recunoașterea și sprijinirea noilor științe. Gilbert s-a achitat foarte bine de amîndouă aceste sarcini. Lucrarea lui „Despre magnet” conține tot atîtea atacuri violente în limba latină cîte ar fi putut folosi Norman sau Harvey în limba engleză, împotriva orbirii vechilor filozofi. Ea a fost totuși atît de bine documentată științific, încît s-a impus întregii lumi a savanților, deși lucrarea lui Norman trebuia să fi adus mai mari foloase marinarilor și constructorilor de busole.

„Despre magnet” este de asemenea o carte remarcabilă în ceea ce privește expunerea noii atitudini științifice. Gilbert nu s-a mărginit la experiențe, ci a dedus din ele idei noi și a făcut generalizări noi. Ideea care a izbit mai mult imaginația contemporanilor săi a fost aceea că proprietatea magnetică a atracției este aceea care menține planetele pe orbita lor. Ea a oferit prima explicație verosimilă a structurii universului în concordanță cu principiile fizicii și fără orice elemente mistice. Fără îndoială că această idee i-a fost de ajutor lui Newton în argumentațiile sale împotriva savanților fizicieni care nu puteau concepe forța altfel decît prin acțiunea unor corpuri materiale în contact direct.

Mecanismul corpului omenesc

Vechile concepții cedau însă locul celor noi nu numai în domeniul cerurilor și al corpurilor grele. Se pornise un atac tot atât de victorios și asupra universului lăuntric : natura corpului omenesc. Imaginea aristotelică a lumii avea în centru pământul și omul. Se presupunea că omul, situat în centrul universului, se află în contact direct cu toate părțile acestuia, prin diferite influențe și spirite care îl leagă de sferele planetare. Omul, în sine, reprezenta o lume în mic, un microcosm. Mecanismul acestei lumi mici fusese descris în mod amănunțit de medicii greci și în cele din urmă de Galenus. Descrierea organelor corpului omenesc făcută de Galenus ajunsese să se bucure de tot atîta autoritate ca și descrierea cerurilor dată de Ptolemeu. Noua anatomie din epoca Renașterii, în special lucrarea lui Vesalius, a arătat că imaginea dată de Galenus trebuie să fie greșită ; însă o altă explicație nu putea fi găsită decît printr-o abordare cu totul nouă a problemei, o abordare care să îmbine anatomia cu noul interes din epoca Renașterii față de mașini, foale, pompe și supape și care să poată deduce din ele o nouă fiziologie experimentală.

Harvey și circulația sîngelui

Această sarcină avea să fie rezolvată de William Harvey (1578—1657), un englez dintr-o familie distinsă, educat la Padua, ceea ce i-a dat posibilitatea să îmbine tradiția italiană în domeniul anatomiei cu noul interes pentru știința experimentală, care începea să-și croiască drum în Anglia. Ceea ce a căutat Harvey a fost explicarea mișcării sîngelui în corp pe baza legilor mecanicii. Lucrarea sa „Studiu anatomic despre mișcările inimii și sîngelui animalelor“, publicată în 1628, este expunerea unui nou gen de anatomie și fiziologie. Aceasta nu mai este o simplă disecție și o descriere, ci o investigație activă, un fel de cercetare științifică hidromecanică efectuată cu ajutorul unor experiențe practice. Harvey avea o situație grea : el trebuia să joace rolul unui Copernic silit să-și prezinte noul sistem, fără să aibă un Galilei care să-l confirme prin probe vizibile. El a putut demonstra în mod logic că trebuie să existe o circulație a sîngelui, întrucît sîngele ieșea dintr-o jumătate a inimii și se întorcea în cealaltă, și încă într-o cantitate mult mai mare decît cea care ar fi putut încăpea la un moment dat în corp. Dar nu putea să vadă cum ajungea sîngele dintr-o jumătate în alta. Existența vaselor capilare fine prin care curge sîngele avea să fie dovedită mai târziu

de Malpighi (1628—1694), folosind un alt instrument optic nou, *microscopul*.

Ceea ce Harvey a dedus din experiențe prin raționamentul său riguros a produs în fiziologia antică și galenică același efect revoluționar ca și descoperirile lui Galilei și Kepler în astronomia lui Platon și Aristotel. El a arătat că corpul putea fi privit ca o mașină hidraulică, unde nu au loc spiritele misterioase care se credea că ar sălășlui în el (p. 161). Totuși, el continua să se călăuzească mai curînd după concepțiile lui Copernic și Kepler decît după cele ale lui Galilei, punînd un accent deosebit pe paralelismul dintre corpul omenesc și univers. El scrie de exemplu :

„Așadar, inima este începutul vieții și Soarele microcosmului, așa cum Soarele poate fi denumit inima universului. Prin vigoarea și pulsația ei, inima pune singele în mișcare, îl curăță și-i dă viață și îl ferește de descompunere și de încheagare. Acest zeu protector își îndeplinește datoria față de întregul corp, hrănindu-l, îngrijindu-l și făcîndu-l să crească, fiind temelia vieții și creator a toate”. 4.5.56

Așadar, el situează inima în corp în aceeași poziție centrală, dominantă care îi era atribuită Soarelui în univers. Frumoașa explicație dată de Harvey mecanismului circulației singelui a conferit o mare autoritate ideii că organismul viu este o mașină, deși mai tîrziu s-a constatat că era o mașină mult mai complicată decît își închipuiau oamenii din secolele XVI—XVII.

În medicină, efectul imediat al descoperirii lui Harvey a fost însă neînsemnat, cu excepția faptului că a justificat metodele de prevenire a morții prin hemoragie, metode pe care le practicau mai de mult chirurghii militari ca Paré. Această descoperire a fost însă absolut necesară ca baza oricărei fiziologii raționale. Imaginea organismului, așa cum se desprinde din opera lui Harvey, este aceea a unui complex de organe, un fel de „ogoaare irigate”, prevăzute cu un sistem de vase sanguine care mențin contactul fiecărei părți cu toate celelalte, asigurînd hrănirea lor și schimburile chimice dintre ele.

Chimia

Înțelegerea acestui complex de relații avea să mai întîrzie, deoarece progresele realizate în domeniul chimiei în secolul cuprins între anii 1540 și 1640 n-au adus nimic deosebit. Singurul om cu minte remarcabilă care s-a ocupat de chimie a fost van Helmont (1577—1644), un nobil cu studii medicale, adept al lui Paracelsus, cu ale cărui concepții mistice era de acord, deși nu se împăca cu emfaza acestuia. Ideile sale în domeniul chimiei se trag direct de la ionieni, care credeau că singurele elemente sînt aerul și apa. Dar aceasta a fost mai

degrabă o concluzie bazată pe experiență decît o ipoteză filozofică, deoarece van Helmont reușise să crească o salcie dintr-o sămînță într-un vas care nu conținea decît apă. De asemenea el a fost primul care a introdus noțiunea de „gaz” (sau haos) și care a studiat gazele, deschizînd astfel calea succeselor de mai tîrziu ale chimiei. În rest, chimia și-a urmat drumul ei încet și fără salturi, lărgind baza experiențelor sale, îmbunătățind precizia măsurătorilor și măbind scara operațiilor ei, în special în domeniul distilării spiritului.

7. 6. Noua filozofie

Cele două descoperiri mari și greu dobîndite — rotația planetelor și circulația sîngelui — erau ferm consolidate în 1642, anul în care a murit Galilei și s-a născut Newton. Primul obiectiv teoretic al revoluției științifice a fost atins : imaginea clasică a lumii a fost distrusă, deși în locul ei nu s-au schițat decît liniile generale ale unei imagini noi. Totodată au fost găsite noi mijloace pentru înțelegerea și cucerirea naturii, dar încă nu apăruseră decît puține lucruri care să poată fi socotite de utilitate practică generală. Chiar și luneta a fost mai degrabă o invenție tehnică decît una științifică. Înainte ca roadele revoluției în domeniul gîndirii să se poată face simțite în practică, era necesar ca nu numai cărturarii, ci și noua clasă de oameni întreprinzători care își făceau acum revoluția lor politică — comercianții, navigatorii, proprietarii de manufacturi, oamenii de stat, precum și primii capitaliști, progresiști încă — să-și dea seama de posibilitățile oferite de noua știință. Galilei începuse să se ocupe de această sarcină, dar el trăia într-o țară care își pierduse elanul și în care reacțiunea se instalase repede sub influența Contrareformeii.

Profeții : Bacon și Descartes

Îndeplinirea acestei sarcini avea să fie preluată de doi oameni din țările mai nordice, mai puțin dezvoltate din punct de vedere cultural, dar mult mai active : Francis Bacon (1561—1626) și René Descartes (1596—1650). Aceste două mari personalități au apărut la punctul de cotitură dintre știința medievală și cea modernă. Amîndoi au fost în esență profeți și publiciști, oameni care au întrevăzut posibilitățile cunoașterii și și-au asumat sarcina de a le înfățișa omenirii. Amîndoi au fost multilaterali în ce privește domeniul preocupărilor lor, deși metodele lor de abordare a cunoașterii au fost cu totul diferite. Ca temperament, de asemenea, ar fi greu de găsit doi oameni care să semene mai puțin între ei decît avocatul avid, egoist, cu timpul

cam îngîmfat, totdeauna în centrul treburilor publice, și fostul mercenar solitar, foarte retras. Pe de altă parte, personalitatea fiecăruia dintre ei a fost în felul ei caracteristică pentru natura revoluției științifice din țara respectivă.

Bacon a stăruit asupra laturii pur practice a noii mișcări, asupra posibilității de a o aplica la perfecționarea meșteșugurilor, asupra utilității ei în înțelegerea mai rațională a lumii înconjurătoare. Trăind în Anglia, la curtea reginei Elisabeta, apoi a regelui Iacob, el și-a dat seama că dificultățile pe care le întâmpina proveneau nu atât din existența unui sistem rigid de gândire, cât din nevoia de a se stabili baze solide unei filozofii noi, acceptabile pentru toată lumea. Aceasta se impunea nu numai pentru a înlocui concepțiile învechite, ci și pentru a pune ordine în haosul speculațiilor pe care Reforma îl produsese în Anglia. Pe de altă parte, Descartes avea de luptat cu sistemul medieval de gândire, puternic consolidat în universitățile oficiale ale Franței, și a reușit să învingă numai folosind o logică mai clară și din punct de vedere intelectual mai convingătoare decît logica scolasticilor.

„Noul Organon” și „Discurs asupra metodei”

Amîndoi acești gînditori au fost preocupați de metode, dar ideile lor asupra metodei științifice erau cu totul diferite. Metoda lui Bacon consta în culegerea de materiale, efectuarea de experiențe pe scară largă și găsirea rezultatelor pe baza unui mare număr de probe — o metodă în esență *inductivă*. Descartes, pe de altă parte, credea în efectul direct al intuiției pure. El susținea că prin claritatea gîndirii se poate descoperi tot ceea ce este cognoscibil pe cale rațională, rolul experimentării fiind în esență acela de a ajuta gîndirea *deductivă*. Principala deosebire între acești doi oameni a constatat însă în faptul că, în timp ce Descartes a folosit cunoștințele sale pentru a construi un *sistem* al lumii, un sistem care, deși astăzi aproape uitat, a reușit la vremea sa să înlocuiască cu desăvîrșire pe acela al scolasticilor medievali, Bacon n-a făurit un sistem propriu, ci s-a mulțumit să propună o *organizație* care să acționeze ca un creator colectiv de sisteme noi. În concepția lui Bacon, rolul ei consta numai în a oferi constructorilor instrumentul nou — logica din „Noul Organon” — cu care aceștia să-și înfăptuiască opera.

În acest sens, Bacon și Descartes s-au completat reciproc. Organizația concepută de Bacon a condus direct la fundarea primei societăți cu adevărat științifice, *Royal Society*

(Societatea Regală). Sistemul lui Descartes, rupînd definitiv cu trecutul, a prezentat o serie de noțiuni care puteau constitui baza raționamentului logic cu privire la lumea materială, într-un mod strict cantitativ și geometric.

Și totuși, concepțiile celor doi filosofi au fost, inevitabil, profund impregnate de ideile medievale, deși ale fiecăruia în mod diferit. Francis Bacon a continuat tradiția enciclopediștilor, a omonimului său Roger Bacon și a lui Vincent de Beauvais (p. 226), sau, mergînd și mai departe înapoi, a lui Pliniu și a lui Aristotel. În ceea ce privește preocupările sale, el era în primul rînd un naturalist și nu cunoștea noua filozofie matematică, nici nu nutrea vreo simpatie pentru ea. Metoda sa era în mare măsură negativă, bazată pe grija de a se feri de „idoli” sau de amăgirea ideilor idolatrizate, care-i duseseră pe vechii filosofi pe căi greșite. Imaginara casă a lui Solomon din lucrarea sa „Noua Atlantidă”^{4.19} era un fel de laborator universal, o idealizare a observatorului creat de Tycho Brahe la Uraniborg. Această casă, la rîndul ei, avea să devină prototipul institutelor științifice de mai tîrziu. Deși partizan al experiențelor, Bacon însuși nu a făcut experiențe și niciodată n-a înțeles pe deplin procesul abstracției și reducției, necesar pentru extragerea adevărului din situații complexe, și pe care încă Galilei l-a folosit cu mare succes. El era de părere că sistematizarea experienței de zi cu zi, purificate de ideile dăunătoare ale anticilor, este suficientă pentru cunoaștere. Convingerile științifice ale lui Bacon nu erau originale, ci împrumutate din ceea ce citea, în special din Telesius, pe care, deși îl critica, îl numea „primul dintre contemporani”.

Savantul italian Telesius (1509—1588) a fost primul care a rupt categoric cu Aristotel, creînd un sistem rival cu al acestuia. Un mare merit al lui Telesius a constat în faptul că a abandonat cauzele formale și finale din doctrina lui Aristotel și a păstrat doar cauzele materiale și eficiente (p. 143). În această direcție, el a fost urmat de întreaga știință de mai tîrziu.

Concepțiile lui reamintesc pe acelea ale lui Anaximene. După părerea lui, universul funcționa prin intermediul forțelor lăuntrice ale căldurii și frigului. Această teză a fost o anticipare a doctrinei energiei, incluzînd unele idei ale conservării energiei, însă din punct de vedere cantitativ nu era mai avansată decît dualitatea Ian și Yin din filozofia chineză (p. 121).

Încă de la începutul carierei sale, Bacon a propovăduit doctrina că „știnta adevărată și firească a științelor trebuie să fie îmbogățirea vieții omului cu noi descoperiri și forțe”.

Pe sine se considera nu atât un om de știință și inventator, cât un inspirator al științei și al invențiilor : „Mi-am luat numai sarcina de a trage clopotul, ca să chem alte minți să se unească“. În remarcabilul său studiu asupra lui Francis Bacon, profesorul Farrington scrie : ^{4.37}

„Printre toate binefacerile care ar putea fi date omenirii n-am găsit nici una atât de mare ca descoperirea de noi meșteșuguri, talente și produse pentru îmbunătățirea vieții omului. Căci am văzut că printre Albaticii din timpurile primitive autorii invențiilor și descoperirilor erau socotiți sacri și ridicați la rangul de zei. Astăzi este limpede că efectele binefăcătoare ale faptelor întemeietorilor de orașe, ale legiuitorilor, ale conducătorilor popoarelor, ale nimicitorilor tiranilor și ale altor eroi de felul acesta se fac simțite doar în domenii restrânse și nu durează decât scurt timp ; dar opera inventatorului, deși se manifestă cu mai puțină pompă și fast, se simte pretutindeni și durează veșnic.

Iar dacă un om ar izbuti să realizeze nu o invenție oarecare, oricât de folositoare, ci ar izbuti să aprindă o lumină în natură — o lumină care prin însăși răspîndirea ei ar putea să atingă și să lumineze toate regiunile periferice care mărginesc cercul cunoștințelor noastre prezente și care astfel, propagându-se tot mai departe, ar dezvălui curînd și ne-ar permite să cunoaștem tot ce este mai ascuns și mai tainic în lume —, acest om, cred eu, ar fi într-adevăr binefăcătorul omenirii, care ar extinde stăpînirea omenirii asupra universului, ar fi apărătorul libertății, cuceritorul și învingătorul nevoilor“*.

F. Bacon a fost socotit, pe bună dreptate, primul om mare care a dat științei o nouă orientare și care a legat-o, în sfîrșit, trainic de progresul activității materiale.

Cu înclinația sa spre empirism, Bacon a fost inevitabil un adversar al oricăror sisteme preconceptuate în natură ; el era convins că, dacă ar exista un grup de cercetători bine organizat și bine echipat, forța faptelor înseși l-ar duce, pînă la urmă, la descoperirea adevărului. Metoda lui Descartes, pe de altă parte, pornea în mod mai direct de la metoda școlilor scolastice, cu următoarea deosebire absolută : cu ajutorul acestei metode el nu căuta să fundamenteze sistemul *lor*, ci sistemul *său propriu*. În această privință el a manifestat acea îndrăzneală individuală care a constituit una dintre marile trăsături eliberatoare ale Renașterii, aceeași îndrăzneală de care au dat dovadă marii navigatori, *conchistadorii*, în disprețul lor total față de autorități, caracteristic sfîrșitului perioadei feudalismului și începutului perioadei spiritului de întreprindere individual. ^{4.4}

În mod involuntar, sistemul lui Descartes conținea foarte mult din sistemul pe care voia să-l distrugă. El puneu același accent pe logica deductivă și pe premisele evidente de la sine, însă, pornind de la ele, a folosit *matematica*, pe care o stăpînea excelent, ca să ajungă la concluzii ce depășeau cu mult rezultatele obținute de predecesorii săi medievali sau chiar clasici. Principala contribuție a lui Descartes la matematică a constatat în introducerea geometriei analitice, cu

ajutorul căreia orice curbă putea fi reprezentată printr-o ecuație ce leagă valorile coordonatelor punctelor ei de axe fixe. Aceasta a fost mai mult decît o simplă oglindire a geometriei în algebră. Se înlătura vechea ruptură dintre știința greacă a *continuu*-ului, *geometria*, și calculul numeric babilonean-indian-arab, *algebra*. De acum înainte aceste două ramuri ale științei s-au unit pentru a rezolva împreună o serie de probleme a căror rezolvare nu a mai fost încercată de nimeni vreodată.

În atacurile sale împotriva vechii filozofii, Descartes a fost tot atît de prudent pe cît de curajos. El nu dorea să intre într-un conflict fățiș cu religia organizată, de felul celui care dusese la condamnarea și la arderea pe rug a lui Giordano Bruno în Roma catolică și a lui Servetus în Geneva calvinistă. El era dispus să adopte o poziție de compromis și a găsit în acest scop o metodă ingenioasă, care avea să dea științei posibilitatea să existe de-a lungul cîtorva secole cu un preț de care abia acum începem să ne dăm seama.

Calitățile primare și secundare

Descartes a formulat, mai precis decît oricine înaintea lui, împărțirea universului, așa cum îl percepem, într-o parte fizică și una morală. Alți filozofi, începînd cu gînditorii arabi și cu adepții lui Duns Scot din evul mediu — Roger Bacon și înouși Francis Bacon —, au lăsat loc pentru o cunoaștere care provine numai din credință sau revelație (p. 222), dar această rezervă pioasă era făcută numai ad-hoc și permitea să se ridice obiecția că presupunea un dumnezeu irațional. La Descartes, această împărțire a lumii a devenit o parte integrantă și rațională a filozofiei. Ea a fost o consecință logică a limitării experienței senzoriale în primul rînd la mecanică și apoi la geometrie. Ca și Galilei, singurele realități fizice pe care le considera drept calități „primare” erau întinderea și mișcarea; alte aspecte ale existenței, cum ar fi culorile, gusturile și mirosurile, le considera calități „secundare”. Dincolo de ele se întindea un domeniu și mai inaccesibil fizicii, domeniul pasiunilor, al voinței, al dragostei și al credinței. Știința, după Descartes, se ocupă mai cu seamă de primul grup de fenomene, care pot fi măsurate și care formează bazele fizicii și, într-o măsură mai mică, de cel de-al doilea grup; de al treilea grup ea nu se ocupă de loc, întrucît aceste fenomene aparțin sferei revelației.^{4.31} Pentru Descartes, animalele, inclusiv oamenii, erau simple mașini. Dar, deoarece între omul pur mecanic, care își mișcă

membrele în conformitate cu principiile fizicii, și spiritul și voința rațională, care sălășluiesc în el, trebuia să existe o anumită legătură, Descartes a emis ipoteza naivă, pe care însă probabil că o credea întrutotul, că această legătură s-ar face prin mica glandă situată la vârful craniului, glanda pineală, rămasă a unei perechi de ochi a strămoșilor noștri reptile. Această glandă, neavând în prezent nici un fel de funcție concretă, a putut fi reprezentată cu ușurință drept lăcașul sau, cel puțin, locul de intrare al sufletului rațional.

Despărțirea religiei de știință

Această separare făcută de Descartes a creat pentru oamenii de știință posibilitatea de a-și desfășura activitatea fără vreun amestec din partea religiei, cu condiția ca ei să nu se amestece în domeniul religiei. Firește că oamenilor de știință le era foarte greu să evite acest amestec sau să se abțină de la el, totuși, datorită situației create, a apărut tipul de om de știință care se ocupa de „știința pură” și se ținea departe de tot ceea ce putea să-l antreneze în controverse de natură religioasă sau politică. Într-o anumită măsură, însuși Descartes evita asemenea discuții. Se spune despre el că, după terminarea lucrării sale „Tratat despre lumină”, aflând despre procesul lui Galilei, și-a dat seama că această carte nu putea să apară așa cum era scrisă. Biserica era ferm hotărâtă să susțină sistemul lui Aristotel și Toma d'Aquino, necesar pentru menținerea postulatelor religioase, și nu era dispusă să îngăduie nici un alt sistem care le-ar fi putut pune la îndoială. De aceea Descartes s-a străduit să demonstreze că sistemul său putea să dovedească existența lui Dumnezeu tot atât de bine dacă nu și mai bine decât vechii filozofi. Din celebra sa teză „Cogito ergo sum”, „Gîndesc, deci exist”, el a tras concluzia că, întrucît toți oamenii pot concepe ceva mai perfect decît ei înșiși, trebuie să existe o ființă perfectă. Sistemul lui Descartes era pus la adăpost de atacurile teologilor în mod atât de minuțios, încît, în ciuda protestelor ridicate de universități, a fost adoptat în catolica Franță în cursul vieții lui Descartes și a continuat să rămînă în vigoare încă un secol după moartea sa.

Cu toată bogăția sa în date matematice și date rezultate din observații, sistemul lui Descartes a fost totuși, în esență, un grandios poem sau mit despre ceea ce ar putea fi știința nouă. În aceasta a constat deopotrivă forța sa de atracție și primejdia pe care o prezenta. Era un amestec de concluzii solide întemeiate pe experiență cu altele deduse din principii

inițiale, alese, potrivit faimoasei *metode* a lui Descartes, numai datorită *clarității* lor. De atunci înainte, predilecția pentru această claritate a constituit podoaba, dar și mărghinirea științei franceze. Acolo unde, în stadiul respectiv al cunoașterii, acest sistem era admisibil, ca în dinamica și chimia secolului al XVIII-lea și în bacteriologia secolului al XIX-lea, el a putut fi folosit pentru a se face ordine în domenii întregi de cunoaștere autentică, însă haotică. În toate celelalte domenii, sistemul lui Descartes avea tendința să degenereze în banalități sterile și în false simplificări.

Într-o anumită măsură, Descartes însuși a recunoscut că încercările de a crea un sistem filozofic prin eforturile unui singur om sînt limitate și a înțeles că elaborarea adecvată a unui sistem al lumii ar necesita colaborarea multor minți. În „Discurs asupra metodei”, el spune despre experiențe :

„Îmi mai dau seama că ele sînt de așa fel și în număr atît de mare, încît nici mîinile mele, nici venitul meu, chiar dacă aş avea de o mie de ori mai mult decît am, nu ar putea să ajungă pentru toate... Ceea ce nădăjduiam să fac cunoscut prin tratatul pe care-l scrisesem, este să arăt atît de limpede folosul pe care publicul îl poate avea, încît să fi obligat pe toți cei ce doresc în general binele oamenilor, adică pe toți cei care sînt virtuoși cu adevărat, și nu din fățarnicie, nici numai pentru părerea altora, să-mi comunice experiențele pe care le-au făcut pînă acum, cît și să mă ajute în cercetarea celor care mai rămîn de făcut”.

În altă parte el spune spre a justifica publicarea propriilor sale concluzii :

„Ele mi-au arătat că este posibil să ajungem la cunoștințe care să fie foarte folositoare în viață și că, în locul filozofiei speculative care se învață în școli, s-ar putea găsi una practică, prin care, *cunoscînd puterea și acțiunea focului, a apei, a aerului, a astrilor, a cerurilor și a tuturor celorlalte corpuri care ne înconjură, tot atît de distinct cum cunoaștem diferitele meserii ale meșteșugarilor noștri, le-am putea da în același chip toate întrebunîrile pentru care se potrivesc, devenind în modul acesta intrucitva stăpîni și posesori ai naturii*. Aceasta este de dorit nu numai pentru inventarea a nenumărate meșteșuguri, care ne-ar face să ne bucurăm fără trudă de roadele pămîntului...”, dar mai ales pentru păstrarea sănătății”.

Așadar, în ce privește obiectivul său final, Descartes nu se deosebea prea mult de Bacon, pentru care nutrea, de altminteri, cea mai mare admirație. Datorită lui Bacon și Descartes, prestigiul de care se bucura știința experimentală a fost ridicat în cercurile culte din acele vremuri la un nivel comparabil cu acela al literaturii. Începînd de la ei, în centrul preocupărilor și discuțiilor s-a situat noua filozofie a naturii și nu cea scolastică. După alți 200 de ani, ea avea să-și croiască, în sfîrșit, drum în universitățile Angliei.

Venise însă vremea pentru o largă răspîndire a acestei științe a naturii și a primelor ei roade. În perioada următoare, între 1650 și 1690, avea să se înfăptuiască, în sfîrșit,

„marea instaurație” — sau, cum am spune noi, reconstrucția — pe care o visase Bacon.

„Încredințez pe oameni că nu este vorba despre o opinie care trebuie împărtășită, ci despre o lucrare care trebuie făcută : și să fie foarte siguri că nu mă străduiesc să pun temelia vreunei secte sau doctrine, ci pe aceea a folosului și puterii omenirii”.

7. 7. Faza a treia : știința se maturizează. 1650—1690

Faza a treia și finală a formării științei moderne a fost atinsă în a doua jumătate a secolului al XVII-lea. Din punct de vedere intelectual, terenul fusese pregătit, după cum am văzut, prin răsturnarea teoriilor clasice-feudale în cei 100 de ani precedenți. Deși a făcut posibil progresul și consolidarea științei, această răsturnare n-a constituit nici singura, nici principala cauză a puternicului avânt al activității care, în mai puțin de 50 de ani, a creat în mod practic cele mai multe dintre domeniile științei moderne. Această dezvoltare intensă a fost mai centralizată decât oricând mai înainte sau după aceea. Principalele focare au fost Londra și Parisul, întrucât oamenii de știință din Italia și din Olanda n-au găsit în țările lor astfel de centre ale spiritului vremii, iar în Europa centrală și răsăriteană știința încă nu începuse să se dezvolte.

Factorul care a făcut posibilă această dezvoltare rapidă și a favorizat centralizarea ei a fost în primul rând instaurarea în Anglia și Franța a unor guverne stabile, în care marea burghezie avea un rol dominant sau, cel puțin, important. În Anglia, războiul civil a avut ca urmare o adevărată revoluție în care comercianții mai bogați, cu ajutorul orășenilor și al micilor proprietari de pământ, au preluat puterea din mâinile regelui și ale nobilimii latifundiare. Dar curând după triumful acestor grupuri au izbucnit certuri între ele. Păturile de jos manifestau o tendință alarmantă spre democrație și egalitate economică ^{6:180} și, de îndată ce Cromwell a fost înlăturat, negustorimea a încheiat un compromis cu marii latifundiați, prin care regele Carol al II-lea a devenit primul monarh constituțional. Negustorii continuau să domine în economie, dar acum își făcu apariția noua clasă a industrișilor, proveniți în parte din rîndurile negustorimii, în parte din cele ale meșteșugarilor specializați. Marea dezvoltare a industriei și comerțului, care a avut loc după terminarea războiului civil, precum și noile posibilități ale navigației, au dat un puternic impuls invențiilor în domeniul mecanicii. Din toate punctele de vedere, timpul și locul erau deosebit de favorabile pentru dezvoltarea științei în Anglia.

Spre mijlocul secolului, Olanda, deși imens de bogată, intrase în declin. De la revoluția care pusese capăt dominației spaniole trecuseră 60 de ani. Guvernul nu se mai bucura aproape de loc de sprijinul poporului, cu ajutorul căruia se obținuse independența țării, și se afla în mîinile unei coaliții de negustori bogați și de latifundiați. Istovită de războaiele comerciale și lipsită de o industrie destul de dezvoltată, Olanda avea să se dovedească în curînd prea slabă pentru a-și menține locul de frunte. Încă pe la sfîrșitul secolului, unii dintre cei mai capabili olandezi trecuseră să lucreze în străinătate, contribuind mai ales la dezvoltarea Angliei sub Wilhelm de Orania, iar cel mai de seamă om de știință al Olandei, Christian Huygens, și-a desfășurat cea mai mare parte a activității sale la Paris, ca membru al Academiei Franceze.

Pe de altă parte, în Franța, revoluția mai era încă o chestiune de viitor. Puterea feudalismului și a bisericii fusese demonstrată prin zdrobirea hughenotilor. Acesta a fost însă un proces lent, care n-a fost desăvîrșit decît prin revocarea edictului din Nantes în 1685. Această țară viguroasă și în plină dezvoltare, cea mai mare și mai bogată din Europa pe vremea aceea, nu putea totuși să rămînă în afara procesului general de dezvoltare economică. Se ajunsese și aici la un compromis: nobilii cedaseră o parte din puterea lor în schimbul scutirii de impozite, a acordării de pensii și a participării la serbările fastuoase de la Versailles.

Puterea executivă era concentrată în mîinile regelui, însă aparatul de stat era în întregime burghez. El era condus, în bună parte, de avocați inteligenți, „la noblesse de robe” (aristocrația robei), din rîndurile cărora aveau să iasă mulți oameni de știință. De fapt, acest compromis s-a menținut cu mai mult sau mai puțin succes numai în prima parte a domniei lui Ludovic al XIV-lea (1661—1683), sub conducerea practicului Colbert, perioadă care a coincis exact cu marea epocă a științei.

Celelalte țări ale Europei au jucat roluri mai mici în domeniul științei: Germania și Austria abia începuseră să se refacă după războiul de 30 de ani (1618—1648); inchiziția paralizase aproape complet Spania și Portugalia; iar în Italia urmașii lui Galilei duceau o curajoasă luptă de ariergardă împotriva forțelor clericalismului.^{4:90; 4:102} Suedia, Polonia și Rusia continuau să rămînă mai cu seamă țări furnizoare de materii prime. Ele treceau prin chinurile iobăgiei de curînd introduse în aceste țări și, deși puternice din punct de vedere militar, de-abia începuseră în această etapă să-și aducă contribuția la știință.

„Le grand siècle”

După marile tulburări religioase și politice din ultimii 100 de ani, a doua jumătate a secolului al XVII-lea a fost o perioadă de calm relativ și de prosperitate adevărată. Molimele și războaiele nu încetaseră, însă au avut un efect surprinzător de mic asupra activității oamenilor de știință. Nici rivalitățile naționale n-au creat deocamdată piedici serioase pentru libertatea lor de deplasare sau de comunicare. Aceasta a fost o epocă de construcție conștientă a civilizației, „Le grand siècle” (secolul cel mare), iar oamenii de știință erau apreciați și onorați ca o parte a lumii unite a științei și literelor. Guvernele și clasele guvernante ale tuturor țărilor care jucau un rol conducător aveau anumite interese comune în domeniul comerțului și al navigației, precum și în cel al perfecționărilor în industrie și agricultură. Aceste interese aveau să ofere forța motrice pentru realizările cele mai importante din a treia fază a revoluției în știință. Acum s-a depus pentru prima oară un efort organizat și conștient pentru folosirea științei în scopuri practice.

Acesta era „fructul” la a cărui cultivare Bacon îndemna pe oameni cu 30 de ani în urmă și la culegerea căruia au fost folosite metodele lui Bacon, atât cele experimentale, cât și cele ținând de organizarea cercetărilor. Oamenii care aveau să realizeze visul lui Bacon au fost tipici pentru epoca și națiunile lor. Spre deosebire de curtenii și de profesorii universitari din primele două faze, ale căror mijloace de existență depindeau de favoarea prinților, „virtuoșii” din mijlocul secolului al XVII-lea erau oameni înstăriți, în majoritatea lor negustori, proprietari de pământ mijlocii și reprezentanți bogați ai profesiunilor libere — medici, avocați — și un număr destul de mare de preoți. Chiar dacă doreau să obțină patronajul regelui, ei nu se puteau bizui decât într-o foarte mică măsură pe subvenții regale pentru știință: regele Carol al II-lea n-a dat societății sale regale (Royal Society) nici un ban și nici măcar n-a găsit vreodată timp ca s-o viziteze. „Virtuoșii” trebuiau să finanțeze știința din propriile lor buzunare, dar acestea erau destul de mari și se umpleau repede datorită dezvoltării considerabile a comerțului, ale cărui profituri se revărsau acum tocmai în țările în care știința înflorea. Ba unii dintre acești „virtuoși” au avut posibilitatea materială să angajeze alți oameni de știință care să-i ajute în muncă. Robert Boyle a avut în slujba sa pe Hooke, fiul unui preot sărac, iar Christian Huygens, moșier la Zulichem, în Olanda, a avut în serviciul său pe Denis Papin din Blois.

Acești oameni aveau destulă competență și nutreau destul interes pentru a efectua cercetări științifice în mod individual; dar pe măsură ce deveneau mai numeroși, ei manifestau în mod firesc tendința de a lua contact unii cu alții pentru discuții și schimb de cunoștințe. Aceste luări de contact erau înlesnite în mare măsură de tendințele comerciale și nivelatoare ale timpului. Ei au mers și mai departe: inspirați de propaganda lui Bacon, au început să se gândească la o organizare efectivă, conștient orientată spre cucerirea secretelor naturii prin eforturi comune.

Intemeierea societăților științifice

A treia fază a fost deci și epoca în care s-au format primele societăți științifice bine organizate, Societatea Regală din Londra și Academia Regală Franceză, care și-au propus să se concentreze asupra problemelor tehnice principale ale vremii: *tehnica pompării și hidraulica, balistica și navigația*, ferindu-se în mod aproape ostentativ de orice fel de discuții filozofice generale. Progresul științei a fost stimulat în special de problemele navigației, deoarece tocmai prin atacarea acestor probleme cele două elemente ale științei anterioare — mecanica și astronomia — au fost unite în marea sinteză a lui Newton. În ultima parte a acestui capitol voi încerca să urmăresc unele direcții ale dezvoltării experiențelor și raționamentelor care au dus la această sinteză. Rezultate practice mai importante aveau să fie obținute însă din studiul pompelor, care urma să ducă întâi la descoperirea *vidului*, apoi la aceea a legilor gazelor. Datorită acestor descoperiri a apărut în secolul următor mașina cu abur și s-a produs revoluția în domeniul chimiei, legată de studiul gazelor.

Știința s-a afirmat definitiv ca un factor recunoscut al culturii din momentul în care s-au constituit societățile științifice. Ideea înființării unei societăți științifice a fost, după cum am văzut, foarte veche. Ea și-a găsit expresie în Academia lui Platon (p. 139), în Liceul lui Aristotel (p. 140) și în Muzeul din Alexandria (p. 152). Atât universitățile musulmane, cât și cele creștine, în stadiile lor inițiale erau instituții de același gen, însă în secolul al XVII-lea devenise evident că nu puteau să facă față noilor necesități. Era nevoie de ceva cu totul diferit, care în cele din urmă a și apărut, în parte ca o consecință a îndemnului profeților din epoca nouă, ca Francis Bacon, dar mai mult ca o recunoaștere formală a reuniunilor spontane ale oamenilor preocupați de știință.

Printre acești profeți, o figură proeminentă a fost Jan Amos Komenski (1592—1670), ultimul episcop al bisericii

morave. ^{4.72} Considerînd știința ca o parte a educației universale, căreia i-a consacrat cea mai mare parte a vieții sale, el s-a gândit să înființeze un „Colegiu pansofic“, unde urma să fie practică și predată noua filozofie experimentală. Silit de războiul de 30 de ani să părăsească Boemia, el a dus o viață pribeagă, fiind solicitat de guvernele progresiste datorită succesului metodelor sale de educație. Oamenii de stat ai noilor state naționale începuseră să-și dea seama că pentru administrarea țării era nevoie de laici culti. În 1641, la invitația parlamentului, Komenski a venit în Anglia, sperînd să-și întemeieze acolo colegiul său. Cu toate că din cauza dificultăților din acele vremuri n-a izbutit s-o facă, influența sa a jucat un oarecare rol la înființarea Societății Regale. ^{4.98}

De fapt, primele societăți științifice au fost Academia dei Lincei (Academia rișilor) din Roma (1600—1630) și Academia del Cimento (Academia experiențelor) din Florența (1651—1667). ^{4.8} Acestea, deși au servit ca model pentru societățile din alte părți, au apărut prea târziu pe scena italiană pentru a ține piept influenței factorilor ostili științei, care au determinat curînd dispariția lor. Societatea Regală din Londra (1662) și Academia Regală de Științe din Franța (1666) au avut mai mult noroc. Amîndouă au fost, la început, reuniuni neoficiale ale unor prieteni care se interesau de noile științe.

Oamenii de știință francezi, printre care și Gassendi, care a reintrodus teoria atomistă, se întruneau în casa unui jurist bogat, Peiresc, în Aix-en-Provence, încă din 1620. ^{4.25} Adevăratul centru al științei franceze a fost însă chilia călugărului minorit Mersenne, un savant de vază, pînă la moartea lui în 1648. Autor neobosit al unui mare număr de scrisori, el era un fel de oficiu poștal general pentru toți oamenii de știință din Europa de la Galilei pînă la Hobbes. ^{4.60} Mai târziu, întrunirile s-au ținut în casa unui alt avocat, Montmor. Din aceste întruniri avea să se formeze în cele din urmă Academia Regală.

Un alt promotor, de un tip oarecum diferit, a fost Renaudot (m. 1679), un medic energic și combativ, care, spre marea oroare a facultății din Paris, a întemeiat o clinică în care săracii erau tratați gratuit. Această clinică el a combinat-o cu o sală de conferințe pentru întrunirile științifice, cu o editură și cu un birou de plasare, datorită cărora au fost acoperite cheltuielile principale pentru întreaga întreprindere. La moartea protectorului său, cardinalul Mazarin, în 1661, dușmanii lui Renaudot au reușit să închidă

clinica fundată de el, punînd capăt științei legate de popor în Franța pentru mai mult de 100 de ani.

În Anglia, semnalul pentru asocierea noilor oameni de știință experimentatori l-a constituit sfîrșitul războiului civil, în 1645. Majoritatea lor erau simpatizanți ai parlamentului, unii erau puritani, dar nici unul dintre ei nu prea avea vreo legătură cu lupta care se desfășura. Conducătorul spiritual al grupului a fost John Wilkins, un preot care știa să se acomodeze schimbărilor politice. El s-a căsătorit cu sora lui Cromwell, ajungînd în cele din urmă episcop de Chester, dar era un adept ferm al noii filozofii. Alături de el erau matematicianul dr. Wallis, dr. Theodor Haak, un emigrant german, de altfel primul care a dat ideea întrunirilor săptămînale, precum și alți oameni de știință. După cîteva întruniri preliminare la Londra, ei s-au stabilit la Oxford în 1646. O comisie parlamentară efectuase tocmai atunci o serie de reforme în această veche universitate și catedrele și rectoratele vacante au fost completate cu noii membri ai „Colegiului invizibil”. Pînă la restaurație, în 1660, Oxfordul avea să fie, în mod nefiresc și într-o oarecare măsură împotriva voinței sale, centrul din care porneau atacurile împotriva lui Aristotel, atît de venerat în această universitate înainte și după această perioadă. La Oxford, acest grup a fost întărit prin aderarea a trei tineri de viitor, Robert Boyle, sir William Petty și dr. Christopher Wren, precum și a lui Robert Hooke, care, deși deținea o funcție mai modestă, avea să contribuie cel mai mult la reușita Societății Regale. Thomas Sprat, membru al acestui grup, viitor episcop de Rochester și istoricul societății, ^{4.93} a scris despre acele timpuri :

„Inițial, ei urmăreau un singur scop : satisfacerea dorinței de a respira aer liber și de a discuta în liniște unul cu altul fără a fi atrași în patimile și nebulia acelei triste epoci. Instituirea acestei «adunări» era justificată, chiar dacă n-ar fi adus vreun alt folos decît acela că datorită ei s-a format o pleiadă de tineri pentru epoca următoare, ale căror minți, primind de la ei primele impresii ale *cunoașterii lucide și vaste*, au fost înarmate în mod invincibil împotriva tuturor ispitelor *entuziasmului*...

Pentru un grup sincer și nepărtinitor, cum era acesta, și pentru o vreme atît de întinecată, ce subiect putea fi mai bine ales decît *filozofia naturii*..., care nu ne dezbină niciodată în partide ce se urăsc de moarte, care ne dă posibilitatea să fim de păreri deosebite fără nici o dușmănie și ne îngăduie să ne formăm concepții opuse asupra ei fără nici o primejdie de *război civil*.

Intrunirile lor erau dese, în măsura în care le îngăduiau ocupațiile. Ședințele lor constau mai mult din acțiuni decît din dezbateri. Ei participau mai cu seamă la experiențe speciale de *chimie* sau *mecanică*. Nu aveau un statut sau metode fixe. Urmăreau mai mult să-și comunice unul altuia descoperirile, pe care le puteau face într-un cadru atît de

restrîns, decît să desfășoare o cercetare unită, constantă sau sistematică" 4.9

La început, acești oameni de știință amatori se mulțumeau să se întrunească, să discute, să-și arate unul altuia experiențele și să adreseze scrisori prietenilor absenți sau colegilor din alte țări. Practica comunicărilor și publicațiilor științifice își are originea în acest schimb de scrisori, la început cu totul întâmplător, iar apoi cu caracter mai regulat. Mai târziu oamenii de știință din Anglia, ca și cei din Franța, au simțit nevoia unei instituții speciale, întrucît, pe măsură ce își continuau activitatea, își dădeau seama că aceasta ar putea să aibă o considerabilă importanță practică, iar pentru a o putea desfășura mai departe, ar fi trebuit să dispună de mai mulți bani sau să se bucure de mai multă apreciere.

Calea urmată în cele două țări a fost diferită, în funcție de caracterul economiei lor. În Franța, cu guvernul ei strict centralizat, era firesc ca instituția să fie nu numai organizată în numele regelui, ci și finanțată de rege. Colbert punea bazele industriei naționale a Franței și de aceea n-a fost greu de convins să întemeieze Academia de științe, pentru a contrabalansa Academiiile de literatură și arte frumoase ale lui Mazarin. Pentru gloria regatului *regelui-soare*, decorul și fastul erau deopotrivă de necesare ca și comerțul. Industriile protejate de Colbert erau țesătoriile de mătase din Lyon, manufacturile de porțelanuri din Sèvres și tapiserieile de goblen din Paris, considerate tot atît de importante ca și șantierele de construcții navale pentru flota maritimă militară franceză. 4.7

Pe de altă parte, în Anglia restaurației, în care dăinuiau rămășițele unei independente republicane și unde adevărata bogăție a țării se afla în mâinile aristocrației funciare și ale negustoriei, nu era nevoie decît de simplul patronaj al regelui. Membrii noii Societăți Regale suportau ei înșiși cheltuielile cercetărilor științifice pe care le efectuau. Cotizația era de un șiling pe săptămîină de fiecare membru. Aceste cotizații se încasau extrem de greu și abia dacă ajungeau pentru plata salariului secretarului și curatorului, care „trebuia să aibă o bună pregătire în filozofie și matematică, să se priceapă foarte bine în efectuarea de observații, cercetări și experiențe în domeniul științelor naturii și al artelor” și era obligat „să prezinte societății, la fiecare ședință a membrilor ei, trei sau patru experiențe importante, fără a se aștepta la vreo recompensă, pînă ce societatea nu-și va fi format un fond care să-i dea posibilitate să i-o acorde”. 4.11

Recunoașterea oficială a acestor societăți a avut drept consecință necesară conformarea generală a ideilor față de

dogmele bisericești și evitarea oricăror probleme controversate în politică și religie. În Franța, biserica a renunțat, nu fără regret, la susținerea aristotelismului și a acceptat compromisul propus de Descartes (p. 307). În Anglia, aceeași separare a domeniilor de interese s-a produs într-un mod diferit, fiind provocată de frământările revoluției de la mijlocul secolului al XVII-lea și de dorința oamenilor de știință din acea vreme de a evita nesfârșitele dispute teologice și politice care preocupau pe cei mai mulți dintre intelectualii de atunci. În proiectul preambulului la statutul Societății Regale, scris de Hooke în 1663, se prevedea :

„Misiunea Societății Regale este : să perfecționeze cunoașterea lucrurilor din natură, precum și a tuturor meșteșugurilor, manufacturilor, aplicațiilor practice ale mecanicii, mașinilor și invențiilor utile prin experimentare (fără să se amestece în religie, metafizică, morală, politică, gramatică, retorică sau logică)“.

Promisiuni și înfăptuiri :

eșecurile inițiale și succesele de mai târziu

Este interesant de observat că, atât în Franța, cât și în Anglia, activitatea intensă a societăților științifice ca atare s-a limitat la o perioadă relativ scurtă. În 1690 ambele societăți se găseau într-o stare lamentabilă, iar reînvierea lor în secolul al XVIII-lea a echivalat de fapt cu reînființarea lor. Apariția lor, ca și sprijinul general de care s-au bucurat și interesul pe care marele public l-a manifestat față de ele, constituie un indiciu că în vremea aceea știința era socotită atrăgătoare, interesantă și promitea să fie rentabilă. Tocmai din acest ultim motiv aveau să se ivească serioase dificultăți. Francis Bacon, ca și Roger Bacon cu patru secole înainte, sesizase foarte limpede ideea că singurul mijloc de a stăpîni natura în folosul omului constă în a o înțelege. Există însă o cale lungă între idee și realizarea ei. De altfel, noua știință, care de fapt se limita la matematică și fizică, nu putea fi de un real folos decât într-un singur domeniu, însă deosebit de important, acela al astronomiei și navigației. Deși sir Antony Deane a reușit în 1666 să determine tonajul unui vas înainte de lansarea lui la apă, prin aceasta practica construcției de corăbii n-a fost influențată cît de cît simțitor. La începuturile ei, Societatea Regală promisese mult mai mult decît a putut realiza, ceea ce justifică într-o oarecare măsură, pentru o anumită perioadă, ironia cu care a fost întâmpinată de intelectualii ce nu se preocupau de știință, cel mai faimos exemplu fiind satira lui Swift din „Călătoriile lui Gulliver“.

Cu trecerea timpului însă, rezultatul avea să fie cu totul altul. Prin stimularea „cunoașterii precise a meșteșugurilor

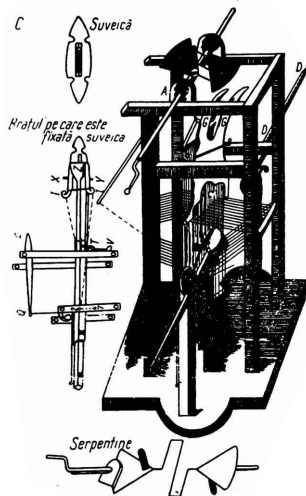
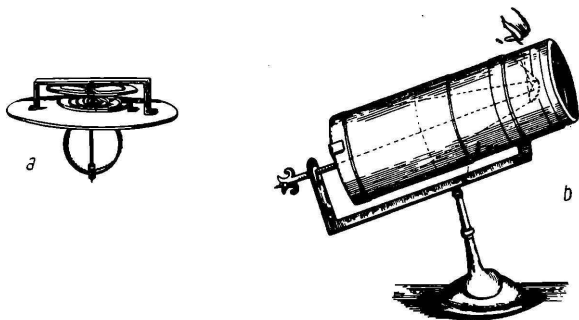


Fig. 11. SCHIȚE DE INSTRUMENTE ȘI MAȘINI reproduse din primele numere ale revistei „The Philosophical Transactions of the Royal Society of London” („Lucrări de filozofie ale Societății Regale din Londra”). (a) O nouă invenție a lui Christian Huygens de Zulichem : ceasuri foarte precise și portabile (1675) (p. 336). (b) Un telescop catadioptric inventat de Newton, membru al Societății Regale și profesor de matematici la Universitatea din Cambridge (1672) (p. 327). (c) O nouă mașină pentru fabricarea țesăturilor de lână fără ajutorul unui meșteșugar, prezentată de de Gennes, un ofițer de marină.

(Extras din „Journal de Sca-vans”, 1678) (p. 369).

de către naturalist" (p. 324), Societatea Regală a reușit să pună bazele acelei aprecieri raționale și acelei reconstrucții a meșteșugurilor și manufacturilor tradiționale care aveau să ia forma revoluției industriale din secolul următor. Într-adevăr, activitatea ei avea să ducă direct la elementul central al acestei revoluții: mașina cu abur, care pe bună dreptate poate fi numită o „*mașină filozofică*". Ea nu a fost rezultatul muncii vreunui inventator izolat, ci al muncii grupurilor de oameni de știință de la Academia del Cimento, Societatea Regală și Academia Franceză (p. 417 și urm.).

Știința devine o instituție

Întemeierea primelor societăți științifice a avut și un alt rezultat, cu caracter permanent: ea a transformat știința într-o instituție cu însemnele, solemnitatea și, din nefericire, cu o anumită doză din fastul și pedanteria instituțiilor mai vechi, juridice și medicale. Aceste societăți au devenit, de fapt, un juriu al științei, un juriu cu suficientă autoritate pentru a înlătura pe mulți dintre șarlatanii și smintiții pe care marele public cu greu reușea să-i deosebească de adevărații oameni de știință, din păcate însă un juriu care a fost în stare să elimine din știința oficială, cel puțin pentru un timp, multe idei revoluționare (p. 425). Sfera preocupărilor oamenilor de știință din a doua jumătate a secolului al XVII-lea organizați în Societate Regală a cuprins, după cum ne arată revista „*Philosophical Transactions*" („*Lucrări de filozofie*"), editată de ea, aproape fiecare aspect al naturii și al vieții practice. Oamenii de știință au studiat diverse probleme: de la distanțele dintre pământ și stele și pînă la infuzorii din apa heleșteilor, de la arta vopsitului și pînă la tabelele de mortalitate.^{4.93}

Primul manifest al noii științe organizate a fost „*History of the Royal Society*" („*Istoria Societății Regale*"), scrisă în 1667 de episcopul Sprat, după cinci ani de la înființarea ei. Desigur, această lucrare este mai mult decît o istorie, reprezentînd mai curînd un program și o pledoarie în favoarea filozofiei experimentale. După ce combate diferitele genuri de filozofi dogmatici, Sprat subliniază:

„*Al treilea gen de filozofi noi au fost aceia care nu numai că n-au împărtășit păreri anticilor, dar chiar și-au propus să urmeze calea justă a experimentării laborioase și sigure; ei au urmat cu stăruință această cale atît cît le-a îngăduit scurta lor viață, mulțimea celorlalte îndeletniciri ale lor și constrîngerile datorite situației lor materiale.*"

El susține că societatea trebuie să primească în rîndurile sale oameni din toate păturile și profesiunile, precum și din

toate țările, iar în continuare abordează esențiala rațiune de a fi a societății :

„...Starea de spirit a *epocii în care trăim*. Geniul *experimentării* este acum atât de răspândit, încât, chiar dacă în sînul acestei *națiuni* ar mai exista încă una sau două *asociații* de acest fel, tot n-ar lipsi oamenii destul de capabili care să-i susțină activitatea. În toate colțurile țării se duce în prezent o vie activitate și se manifestă interes pentru această muncă. Zi de zi sînt descoperite multe lucruri rare și nobile. La aceste descoperiri contribuie nu numai filozofi învățați și versați, ci și atelierele *mecanicilor*, călătoriile *comercianților*, plugurile *fermierilor*; sporturile practicate de *nobilii*, lacurile lor cu pește, parcurile și grădinile lor. Putem să ne înținem deci numai în privința *epocilor viitoare*. Dar chiar și pentru acestea putem face *făgăduieli* fără grijă. Pentru multă vreme ele nu vor duce lipsă de o pleiadă de minți iscoditoare, acum cînd calea este atât de limpede trasată în fața lor, acum cînd au gustat din aceste prime roade și au fost încîntați de aceste exemple“.

El încheie discuția asupra experiențelor și instrumentelor societății, comentînd „modul lor de expunere” și necesitatea de a se înlătura „grandilocvența și prolixitatea cuvîntărilor”. Pentru acest motiv, membrii ei trebuie neapărat „...să renunțe la orice amplificări, digresiuni și înfloriri de stil; să revină la puritatea și concizia de odinioară, cînd oamenii exprimau atât de multe *lucruri* aproape într-un număr egal de *cuvinte*. Societatea a cerut tuturor membrilor ei un mod de expunere logic și cît se poate de firesc, expresii precise, sensuri clare, o ușurință proprie oricui din naștere. Să aducă toate lucrurile, pe cît se poate, mai aproape de simplitate matematică; să se prefere limbajul meșteșugarilor, țăranilor și comercianților aceluia al oamenilor de spirit și al scolasticilor“.

Rămîne un fapt că stilul limbii engleze a fost radical simplificat în ultima perioadă a secolului al XVII-lea. ^{4.61} ; ^{4.62} Comentariul scris cu 100 de ani mai tîrziu de Samuel Johnson despre Sprat este destul de interesant :

„Aceasta este una dintre puținele cărți pe care noblețea sentimentului și eleganța stilului au reușit să le mențină, deși tratează un subiect nestabil și trecător. „Istoria Societății Regale” este citită acum nu din dorința de a-i cunoaște activitatea, ci pentru modul în care Sprat descrie aceste *lucruri*“.^{4.60}

Centre ale preocupărilor în tehnică

De la început a ieșit la iveală că orice și totul poate fi perfecționat pe calea cercetării filozofice. Totuși, anumite domenii de preocupări științifice au atras în mod special atenția „virtuoșilor”, anume acelea în care temele noi filozofii corespundeau celor mai acute nevoi resimțite de comerțul și manufactura în plină dezvoltare. Un loc de frunte îl ocupa perfecționarea astronomiei, o necesitate esențială pentru navigația oceanică, în special pentru rezolvarea problemei determinării longitudinii. Aceasta era indisolubil legată

de problema structurii și funcționării reale a sistemului solar. Existența sistemului solar fusese pe atunci deja acceptată, însă nu era încă explicată din punct de vedere fizic. Afară de aceasta, astronomia oferea cel mai potrivit domeniu pentru noua explicație *matematică* a universului. Soluția găsită în cele din urmă de Newton a fost considerată, pe bună dreptate, ca cea mai importantă victorie a noii științe.

Dar această preocupare a perioadei de atunci nu trebuie să lase în umbră alte progrese, care aveau să se dovedească cu timpul cel puțin tot atât de importante. Astfel de progrese s-au înregistrat în *optică* și *teoria luminii*, strâns legate prin lunetă de astronomie, iar prin microscop de biologie. Alte progrese s-au înregistrat în *pneumatică*, ale cărei metode tehnice dezvoltate în legătură cu descoperirea vidului aveau să capete, în cele din urmă, o atât de uriașă importanță industrială. Problema *vidului* s-a găsit și în centrul controverselor filozofice încă de pe timpul grecilor. Noile dovezi experimentale ale existenței vidului au contribuit la reactualizarea ipotezei *atomiste* a lui Democrit. Teoria atomistă sau corpusculară reactualizată a oferit o primă cheie pentru explicații raționale și cantitative în domeniul chimiei, care pînă atunci operase cu rețete tehnice și cu explicații mistice. Chimia, la rîndul ei, este legată de începuturile *fiziologiei*. Probleme ca natura singelui, funcțiunea plămînilor, activitatea nervilor și a mușchilor, precum și procesele digestiei, au fost toate discutate și experimentate în spiritul noii filozofii materialiste. Aceste teme nu depășeau posibilitățile unor personalități ale acelei epoci, după cum o arată clar viața și opera lor. Printre aceștia s-au remarcat îndeosebi Robert Boyle și fostul său asistent, Robert Hooke.

Robert Boyle

Robert Boyle s-a născut la Lismore în 1627, fiind al șaptelea fiu și al 13 copil al lui Richard Boyle, primul conte de Cork, un feroce și norocos acaparator de pămînturi din perioada elisabetană.⁴⁻⁶⁷ Tînărul Robert și-a petrecut anii în care tineretul este deosebit de receptiv în atmosfera puritană a Genevei, unde, ca și contemporanii săi Pascal și Steno, a nimerit sub influența religiei. Spre deosebire de Pascal însă, aceasta nu l-a determinat să devină un adversar al științei, ci l-a stimulat să caute s-o folosească în sprijinul revelației din sfînta scriptură. În parte din acest motiv, în parte pentru că era invalid, Boyle a dus o viață de ascet, n-a participat la războiul civil și s-a consacrat noii filozofii experimentale, pentru care și-a sacrificat considerabila sa avere. El a colaborat cu „Colegiul invizibil” din Oxford și

a fost unul dintre inițiatorii Societății Regale, a cărei președinție i s-a oferit în 1680. El a refuzat însă această cinste, din cauza unor scrupule în legătură cu jurământul. De fapt, Boyle a fost figura centrală a Societății Regale în prima ei perioadă, ca Newton în perioada ei de înflorire. Boyle a scris numeroase lucrări pe teme religioase și științifice. Lucrările sale cele mai cunoscute, în afară de „Spring of Air” („Elasticitatea aerului”) au fost: „Seraphick Lover” („Iubitul serafic”), „The Skeptical Chymist” („Chimistul sceptic”) și „Unsuccessfulness of Experiments” („Eșecul experiențelor”). Interesul pe care l-a manifestat din tinerețe pentru teoria atomistă l-a condus la elaborarea lucrării sale epocale despre vid și despre legile gazelor. Ulterior el n-a mai înregistrat asemenea succese, pentru că îi lipsea calificarea matematică și experimentală corespunzătoare și, mai ales, pentru că încerca să explice problemele de chimie prin teorii mecaniciste, care nu puteau fi aplicate în acest domeniu. De altfel nici nu s-au acumulat încă suficiente date pentru ca aceste probleme să poată fi rezolvate prin alte mijloace. Din cercul preocupărilor sale făceau parte, de asemenea, fiziologia și medicina, domenii în care existau și mai puține perspective ale unor realizări remarcabile. Cu toate acestea, prin înflăcărea și entuziasmul său, el a trezit interesul altor oameni de știință, iar o bună parte din succesul reputat de știință în secolul următor se datorește tocmai influenței sale. La Boyle se văd aspectele pietiste și filantropice ale noii științe. Dorința de a înfățișa gloria lui Dumnezeu, revelată în natura pe care a creat-o, se îmbina la el cu aceea de a-și ajuta semenii. El a intrat în consiliile de administrație ale Companiei Bermudeilor și Companiei Indiilor de Est pentru a-și aduce la îndeplinire proiectele de convertire a păgînilor. Spre deosebire de pietiștii medievali însă, el s-a dovedit a fi un om cât se poate de practic în urmărirea acestor scopuri. În broșura sa „Fie ca bunurile omenirii să sporească prin înțelegerea mai amănunțită a meșteșugurilor de către naturalist”,^{4,24} Boyle scria :

„...Voi încheia atrăgându-vă atenția că, după cum sper că v-ați convins, filozofia experimentală nu numai că poate progresa ea însăși înțelegînd mai amănunțit meșteșugurile, dar poate să și contribuie la progresul acestora. Astfel că influența rodnică pe care ea o poate exercita asupra acestora este una dintre căile cele mai importante pe care naturalistul le poate folosi pentru a face să crească puterea omului. Faptul că exercitarea adecvată a diferitelor meșteșuguri prezintă evident importanță pentru public se poate vedea din nenumăratele noastre legi statutare engleze, încă în vigoare, prin care se reglementează meșteșugurile tăbăcarilor, cărămidarilor și ale altor profesioni din domeniul mecanicii, pentru care legiuitorii n-au pregetat să stabilească reguli și instrucțiuni foarte amănunțite”.

Boyle se deosebește în multe privințe de primul său asistent și prieten de o viață întreagă, Robert Hooke. În timp ce Boyle era un nobil care se ocupa de știință din plăcere, Hooke era un om sărac pentru care îndeletnicirile științifice erau un mijloc de existență. Fiu al unui preot de pe insula Wight, Hooke a reușit să obțină o bursă la Colegiul Oriel, pe vremea când Boyle venise la Oxford. S-a atașat curînd de Boyle și este probabil că el a instalat tot utilajul de laborator și a efectuat cea mai mare parte a experiențelor acestuia în vederea studierii vidului și a gazelor. Cert este că Boyle n-a strălucit ca experimentator după ce Hooke l-a părăsit. Hooke a fost numit șef al laboratorului Societății Regale la înființarea acesteia și, pe lângă îndeplinirea dificilelor sale îndatoriri, pentru a-și completa cîștigul insuficient și neregulat a fost nevoit să accepte întocmirea proiectelor de reconstruire a City-ului din Londra, după marele incendiu din 1666.

Dacă Hooke ar fi avut o situație socială mai sigură și n-ar fi suferit din cauza urîteniei sale și a unei boli cronice, el n-ar fi fost un om atît de dificil, de bănuitor și de morocănos, iar rolul său excepțional în istoria științei ar fi fost recunoscut pe deplin. În timp ce Boyle era sufletul Societății Regale, Hooke era ochii și mîinile ei. El a fost cel mai mare fizician experimentator înainte de Faraday, dar, ca și acesta, n-a avut aptitudinile pentru matematică ale unui Newton sau Maxwell. Preocupările sale îmbrățișau întreg domeniul mecanicii, fizicii, chimiei și biologiei. El a studiat elasticitatea și a descoperit legea cunoscută sub numele de legea lui Hooke, cea mai concisă lege din fizică : *ut tensio sic vis* (întinderea este proporțională cu forța) ; a inventat roata cu mișcare pendulară a cărei folosire a făcut posibilă realizarea ceasornicelor și cronometrelor de precizie ; a scris „Micrografia“, prima expunere sistematică despre lumea microscopică, conținînd și descoperirea celulelor ; a introdus luneta în măsurătorile astronomice și a inventat micrometrul ; de asemenea, el împarte cu Papin meritul de a fi netezit calea inventării mașinii cu abur.

Se pare că cea mai mare contribuție a sa la știință începe abia acum să fie recunoscută ; el a fost primul care a formulat ideea că forța de atracție este invers proporțională cu pătratul distanței, precum și ideea gravitației universale. În această privință, după cum vom vedea, el a fost întrecut de strălucitele realizări matematice ale lui Newton, însă astăzi se pare că ideile fizice fundamentale au aparținut lui Hooke și că pe nedrept nu i se recunoaște meritul de a fi formulat

aceste idei (p. 336). Viața lui Hooke ilustrează atât posibilitățile, cât și dificultățile pe care un experimentator talentat le putea întâmpina în secolul al XVII-lea. De asemenea ea atestă în mod elocvent uriașele rezerve de inventivitate și de perspicacitate științifică ascunse mii de ani în capetele și în mâinile meșteșugarilor.^{8.21}

7. 8. Formarea noului imaginii a lumii

În perioada de care ne ocupăm, accentul a fost pus pe cercetarea extensivă, cuprinzând întreg domeniul naturii și al meșteșugurilor, precum și pe teoria *constructivă*, în acele domenii în care puteau fi aplicate matematicile. Nu mai era necesar, ca în perioada precedentă, să se concentreze eforturile asupra înlăturării fizicii lui Aristotel sau a fiziologiei lui Galenus. Teoriile lui Copernic, Galilei și Harvey erau aproape unanim acceptate de noii cercetători ai naturii. Deosebirea dintre ei și predecesorii lor consta în încercarea de a da acestor teorii un sens fizic și filozofic mai profund. Pe primul plan s-a situat sistemul lui Descartes, care a pus accentul pe simpla extindere și pe umplerea completă și continuă a universului cu materie subtilă, acționată prin impuls transmis de la un loc la altul. Aceasta era doctrina *spațiului plin*.

Filozofia corpusculară: Gassendi

Exista însă și o altă concepție, mult mai veche, care începea să se facă simțită. Atacurile împotriva lui Aristotel lăsau calea deschisă pentru Democrit și teoria sa atomistă (p. 127) asupra căruia a atras atenția lumii științifice un matematician și filozof cult și pătrunzător, Gassendi (1592—1655), preot din Provence. Dacă n-ar fi fost din fire atât de modest și de retras, Gassendi n-ar fi fost atât de ușor pus în umbră de contemporanul său Descartes, deoarece a exercitat o mare influență asupra științei. Gassendi era un astronom de seamă, fiind primul care a observat trecerea planetei Mercur în fața Soarelui și unul dintre întemeietorii meteorologiei și totodată primul care a studiat parheliile (falșii sori) și aurora boreală.

El a făcut mult mai mult decât să reactualizeze vechile teorii atomiste, așa cum fuseseră formulate de Epicur și de Lucrețiu; el le-a transformat într-o doctrină care includea progresul realizat în fizică în timpul Renașterii. *Atomii* lui Gassendi erau particule de masă, în stare de inerție, și se mișcau în *vidul* a cărui existență fusese demonstrată de urmașii lui Galilei. Definiția atomilor dată de el este aceea pe care

a formulat-o Newton, aproape cuvînt cu cuvînt, în lucrarea sa „Optica“, apărută 50 de ani mai târziu. Gassendi a fundamentat această concepție cu atîta putere de convingere, încît a fost acceptată în mod spontan de toți filozofii naturaliști care nu aderaseră la spațiul plin al lui Descartes cu vîrtejurile sale.

Ipoteza corpusculară corespundea cît se poate de bine tendinței matematice-mecanice din acea vreme. Aplicînd dinamica lui Galilei și Descartes, era mult mai ușor să se determine mișcarea unor particule punctuale decît aceea a unei porțiuni dintr-un spațiu omogen. Datorită religiozității lui Gassendi, atomii au fost totodată purificați de asociații de idei ateiste și subversive (p. 128). El a expus cu claritate implicațiile noii mecanici, atribuind lui Dumnezeu nu permanenta menținere în mișcare a lumii materiale, ci numai impulsul pe care l-a dat tuturor atomilor la începutul începuturilor și care, grație providenței divine, urma să determine toate mișcările și combinațiile lor viitoare.

Instrumentele optice

Accentul pus pe experiență în noua știință implica folosirea unor aparate și mai ales a unor instrumente construite special în acest scop. Totuși, utilajul material al noilor oameni de știință era încă dintre cele mai simple, cu excepția lunetelor, care aveau în mod necesar dimensiuni mari și erau costisitoare. Aproape în fiecare locuință se putea instala un *elaborator* (sau un cabinet de lucru mai bun), în care să încapă un cuptor, cîteva retorte și distilatoare, o balanță, un microscop și cîteva instrumente de disecție, una dintre noile pompe pneumatice, un termometru și un barometru. Restul se putea improviza. Cu un astfel de utilaj se puteau face cele mai mari descoperiri în toate ramurile științei. Înainte de a trece la tema centrală a acestei perioade, mecanica cerească, este util să examinăm descoperirile făcute în domeniul opticii, pneumatiei, chimiei și fiziologiei.

Descoperirea pe cale practică și în mod întîmplător a lunetei la începutul secolului a trezit un nou interes pentru optică; o dată ce un instrument există, nevoia de a-l perfecționa duce la căutarea explicației modului său de funcționare, iar în cursul acestui proces se descoperă principii științifice care duc la construirea altor instrumente. Optica din secolul al XVII-lea s-a dezvoltat în bună parte datorită încercărilor de a înțelege natura refracției, pe care se bazează luneta, și de a înlătura defectele lunetelor, observate curînd după descoperirea lor.

În ce privește prima problemă, natura refracției, oamenii de știință trebuiau să pornească de la punctul la care ajunseseră cu 400 de ani în urmă Alhazen (p. 202) și adepții săi medievali, Dietrich din Freiburg și Witelo (p. 224). Aceștia stabiliseră că, trecînd printr-un mediu mai dens, razele sînt deviate sau frînte, adică refractate, însă n-au putut găsi legea refracției și de aceea n-au putut calcula acțiunea unei lentile. Olandezul Snell (1591—1626) a găsit legea corectă a refracției, pe care Descartes și-a însușit-o și a explicat-o prin existența unor particule mobile de lumină, care în mod necesar trebuiau să se miște prin mediul de refracție, cu o viteză mai mare decît în aer, concluzie neîntemeiată, care avea să ducă mai tîrziu la mari confuzii. O dată cu descoperirea legii lui Snell se părea că optica devine o parte a geometriei și că ar fi fost posibilă construirea de lunete perfecte. În realitate, lunetele rămaseră totuși exasperant de imperfecte. În special imaginile stelelor apăreau înconjurate de nimburi colorate. Faptul că lumina care trece prin corpuri transparente iese din ele în culorile curcubeului era de mult cunoscut. Pentru a lămuri problema curcubeului, oamenii de știință medievali efectuaseră numeroase experiențe cu prisme, însă n-au trecut de constatarea că lumina roșie se refractă cel mai puțin, iar lumina albastră cel mai mult.^{3.16} În studiul său asupra curcubeului, nici Descartes n-a reușit să obțină rezultate mai bune. Soluția problemei culorilor avea să fie găsită abia de Newton, aceasta constituind prima sa realizare recunoscută în fizică. (Activitatea lui Newton va fi analizată mai jos, la p. 338 și urm., în legătură cu lucrările sale asupra gravitației.)

„Optica” lui Newton. Teoria culorilor

Newton a fost primul care a încercat să ocolească dificultățile ivite în legătură cu colorarea imaginii obiectului atunci cînd acesta este examinat prin lunetă. El a construit primul telescop cu oglindă (fig. 11), prototipul telescoapelor gigantice de azi, ca și al invenției mai recente, microscopul cu oglindă. Nemulțumindu-se numai cu această realizare, el a abordat direct problema culorilor, reluînd experiențele cu prisma din punctul în care le lăsase Descartes. Printr-o strălucită îmbinare a tehnicii experimentale cu logica, el a reușit să arate că nu prisma sau curcubeul creează culorile, ci ele sînt componentele luminii albe obișnuite. Cercetările însă nu l-au ajutat să rezolve problema pe care și-o pusese inițial; ba mai mult, spre propria sa dezamăgire, el a reușit să dovedească că era imposibil să se corecteze proprietățile lentilelor de a dispersa lumina sau de a face să apară culorile. În această privință greșea, iar autoritatea lui a ținut în loc per-

fecționarea lunetei timp de aproape 80 de ani. Se pare că primul care a repetat experiențele lui Newton cu suficientă atenție pentru a-i descoperi eroarea a fost matematicianul suedez Klingenstjerna (1698—1765). Abia în 1758, opticianul Dollond, auzind despre lucrările lui Klingenstjerna, a reușit să aplice ideea folosirii simultane a două feluri de lentile cu coeficienți de refracție diferiți și proprietăți dispersive care se echilibrează, realizând în modul acesta lentila acromatică, care se află la baza tuturor instrumentelor optice moderne.

Teoria corpusculară și cea ondulatorie a luminii. Huygens

În studiile sale de optică, Newton n-a examinat numai culorile curcubeului, ci și alte feluri de culori, în special cele generate de reflexia luminii care întâlnește în calea ei straturi subțiri, de pildă un strat subțire de ulei în apă. Cu acest prilej i-a venit pentru prima dată ideea discontinuității sau „granulozității” atât a materiei, cât și a luminii. Aceasta i-a întărit convingerea, pe care și-o formase pe baza unor considerații filozofice și matematice, că materia are o structură atomică. Din păcate, aceeași convingere l-a determinat să-l urmeze pe Descartes și să considere lumina ca având structură atomică, razele ei constituind traiectoriile unor particule care se reflectă întocmai ca o minge care sare înapoi când se lovește de un zid. Alte fenomene generatoare de culori sugerau o concluzie diferită. Grimaldi (1618—1663) studiasse cu mult înainte de Newton culorile observate la marginea umbrelor, în special ale unor fante înguste sau ale firelor de păr. El a mai constatat că, trecând pe lângă un obiect, razele de lumină nu sînt perfect drepte, ci ușor deviate, difractate. El a atribuit ambele fenomene oscilațiilor ondulatorii, asemănătoare binecunoscutelor unduiri la suprafața apei, sau oscilațiilor acustice, culorile diferite avînd lungimi de undă diferite, întocmai ca sunetele muzicale.

Huygens a dat acestei idei o fundamentare matematică și a arătat modul în care *teoria ondulatorie a luminii* explică atât difracția luminii, cât și apariția culorilor generate de lame subțiri. În afară de aceasta, el a explicat mult mai bine decît Newton ciudata proprietate a spatului de Islanda (calcitul), care face ca obiectele privite prin el să apară în imagini duble. Dar și în această privință marea autoritate a lui Newton a avut cîștig de cauză, iar teoria ondulatorie a luminii a trebuit să aștepte mai mult de 100 de ani pînă să fie reabilitată (p. 415, 443).

Microscopul. Lumea nouă a lucrurilor mici

'Tot așa cum luneta, în mâinile lui Galilei, a dezvăluit enigma stelelor, celălalt instrument optic, microscopul, în mâinile unui șir de observatori din secolul al XVII-lea, ca Malpighi, Hooke, Swammerdam (1637—1680) și neîntrecutul postăvar olandez Leeuwenhoek (1632—1723), a dezvăluit o lume nouă, lumea lucrurilor foarte mici.^{4.39} Insectele, părți ale plantelor, mici ființe care trăiesc în apă, chiar minusculele bacterii, ca și spermatozoizii purtători ai principiului reproducției, au fost toate supuse observației, devenind obiecte de cercetare, de cugetare și de discuție. Anatomia animalelor mari a fost și ea perfecționată, iar teoria lui Harvey asupra circulației sîngelui a fost pe deplin confirmată. Dar în timp ce luneta de bord sau luneta astronomică au cunoscut de la bun început o utilizare practică, microscopul nu și-a dovedit utilitatea decît după 200 de ani, în mâinile lui Koch și Pasteur, la combaterea maladiilor microbiene. În bună parte din acest motiv, primele studii microscopice n-au dus imediat la un progres important al microscopiei sau biologiei; ceea ce se observa la microscop avea mai mult un caracter distractiv și instructiv în sens filozofic decît o valoare științifică sau practică.

Vidul și barometrul

Dezvoltarea *pneumaticii*, care a depășit considerabil realizările grecilor (p. 159), a constituit primul mare pas înainte în domeniul fizicii și avea să ducă la consecințe importante mai degrabă pentru industrie decît pentru astronomie sau navigație. Descoperirea hotărîtoare care a determinat aceste succese — producerea efectivă a *vidului* — a fost ea însăși rezultatul nemijlocit al dezvoltării aplicațiilor hidraulicii. Pînă atunci, existența vidului fusese o problemă filozofică ce trebuia să fie rezolvată prin argumentare (p. 127); din 1643 ea a devenit o chestiune demonstrată în mod practic. În ultima parte a vieții sale, Galilei a fost preocupat de cauza care face ca apa să nu poată fi ridicată de pompele aspiratoare obișnuite la o înălțime mai mare de 9,75 m. Acest fenomen, cunoscut de multă vreme minerilor și constructorilor de fîntîni, nu atrăsese pînă atunci atenția oamenilor erudiți. Galilei îl atribuia incapacității coloanei de apă de a suporta propria ei greutate și, neputînd găsi o explicație satisfăcătoare a faptului că, o dată ce s-a frînt, coloana nu scade complet l-a pus pe seama așa-numitului *horror vacui* (oroare de vid).

Abia după un an de la moartea lui Galilei, elevul său Torricelli (1608—1647) a avut ingenioasa idee de a folosi

mercur în loc de apă, reușind astfel să lucreze cu o coloană pe care o putea mînuî, întrucît în tubul răsturnat mercurul nu se putea ridica la o înălțime mai mare decît 76 cm, exercitînd astfel o presiune egală cu cea a unei coloane de apă de 9,75 m, adică 1 kg/cm^2 . Cu curajul omului de știință el a dat explicația reală a acestui fenomen, și anume că presiunea aerului este aceea care ține în echilibru coloana de mercur ; prin urmare, acest instrument era un *barometru*, mijloc de măsurare a presiunii atmosferice. Spațiul de deasupra coloanei de mercur era adevăratul *vid* de care se presupunea că natura are oroare. După cum am văzut (p. 143), Aristotel afirmase că existența vidului ar fi imposibilă, întrucît pentru mișcarea violentă este nevoie de aer care să se deschidă în fața obiectului ce se mișcă și să se închidă la loc în urma lui. Descoperirea vidului a constituit o lovitură de grație dată mecanicii lui Aristotel, deși s-au depus multe eforturi pentru a nega sau a minimaliza această descoperire. Explicația lui Torricelli a fost însă curînd confirmată de experiența lui Pascal (1623—1662), care, luînd cu sine pe munte un barometru, a constatat scăderea presiunii atmosferice.

Mașina pneumatică a lui von Guericke

Următorul pas înainte în domeniul dezvoltării pneumatiei l-a făcut o personalitate remarcabilă, precursorul actualilor oameni de știință ingenioși, Otto von Guericke (1602—1686), primar al orașului Magdeburg, fost ofițer de intendență al lui Gustav Adolf, un om foarte bogat și întreprinzător. Von Guericke făcea totul în stil mare ; pentru experiențele sale a cheltuit 4 000 de lire sterline, o sumă fabuloasă pe vremea aceea. Mai întîi a încercat să producă vid prin metoda directă a pompării apei dintr-un butoi închis. Butoiul a plesnit și atunci el a construit un vas mai rezistent din alamă. După aceea a inventat o mașină pneumatică, reușind să producă vid în vase mari. Pe unul din acestea le-a folosit și cu prilejul faimoasei sale experiențe efectuate în prezența împăratului și a curții. La această experiență el a scos aerul din două emisfere lipite una de alta. A fost nevoie de cîte 16 cai de fiecare parte pentru a desface cele două emisfere între care se formase vid. Emisferele din Magdeburg au oferit o demonstrare deosebit de elocventă a valorii reale a noii științe. Această experiență a avut însă și o altă semnificație : ea a dovedit oamenilor că presiunea aerului constituie o forță extraordinar de puternică, care cu oarecare ingeniozitate ar putea să fie folosită în scopuri utile. Von Guericke s-a gîndit la transmiterea energiei prin tuburi golite de aer, dar

această idee a fost pusă în aplicare abia mai târziu, la frâna cu vid a trenurilor.

Pompa lui von Guericke a fost mult îmbunătățită de Boyle, sau, mai probabil, de Hooke, care pe atunci se afla în serviciul acestuia. Cu ajutorul acestei pompe, Boyle a descoperit multe fenomene noi și ciudate. El a arătat, de exemplu, că sunetul nu se poate propaga fără aer, în timp ce lumina și magnetismul nu sînt influențate de lipsa aerului. Boyle a descoperit, de asemenea, un fapt care era de așteptat, dar care totuși n-a putut fi demonstrat mai înainte, și anume că în vid nu sînt posibile nici viața și nici arderea, creînd astfel premisele pentru marea revoluție în chimie și fiziologie din secolul următor.

Folosirea mașinii pneumatice, mai ales efortul care trebuia depus de om la pompare, l-a îndemnat pe Boyle să studieze comportarea aerului atît comprimat, cît și rarefiat. Astfel el a descoperit prima dintre legile științifice care depășesc cadrul legilor mecanicii elementare, denumind-o „elasticitatea aerului”. Ea este cunoscută astăzi ca legea lui Boyle: produsul dintre presiunea și volumul unei anumite mase de aer este constant, sau, după cum s-a constatat mai târziu, este direct proporțional cu temperatura.

Ideea de a folosi noi forțe ale naturii pentru satisfacerea nevoilor oamenilor n-a dispărut niciodată cu desăvîrșire și trebuia să reapară într-o epocă de avînt al activității științifice, cum a fost secolul al XVII-lea, cînd s-a resimțit din ce în ce mai mult nevoia de forță brută la pomparea apei din mine și la punerea în mișcare a roților din industria în plină înflorire. O forță care putea fi folosită în mod evident era aceea a focului, mai ales după ce energia focului fusese demonstrată cu ajutorul tunului. Una dintre primele idei neizbutite a fost aceea a unui motor cu ardere internă, acționat de praf de pușcă în loc de benzina pe care o folosim azi. După aceea inventatorii și-au îndreptat atenția asupra forței de expansiune a aburului. Toate aceste metode erau însă sortite eșecului nu pentru că ar fi fost greșite în sine, ci pentru că tehnica acelor timpuri nu oferea încă vase destul de rezistente care ar fi putut suporta presiuni atît de mari. Denis Papin (1647—1712), asistentul lui Huygens care a lucrat apoi un timp cu Boyle, a reușit să construiască o *autoclavă* în care a topit oase, însă *oala lui cu presiune* a început să fie folosită abia în zilele noastre. Tot el a făcut și primii pași spre construirea efectivă a unei mașini cu abur. Calea spre folosirea forței aburului avea să treacă prin realizarea vidului, după cum se va arăta în capitolul următor.

Zorile înșelătoare ale chimiei raționale

Descoperirea vidului a dat prima indicație care ar fi putut să ducă la dezvoltarea chimiei raționale încă în secolul al XVII-lea și nu cu 100 de ani mai târziu. Pompa pneumatică a arătat că aerul este necesar atât pentru ardere, cât și pentru respirație, concentrând atenția oamenilor de știință asupra problemelor flăcării și vieții înrudite între ele. Boyle, Hooke și Mayow, urmînd o sugestie dată de Paracelsus, au izbutit aproape să demonstreze că aerul conține ceva care este esențial pentru ardere și care colorează în roșu sîngele din artere. Boyle se referea la acest ceva în felul următor : „...O mică chintesență vitală (dacă o pot numi așa !) care servește la reîmprospătarea și refacerea spiritelor noastre vitale“. Mayow îl numea „spirit nitroaerian“, legîndu-l în felul acesta de praful de pușcă. Era vorba de ceea ce avea să devină mai târziu *oxigenul* lui Lavoisier. Ei n-au putut să meargă însă mai departe din două motive principale : lipsa unei teorii științifice corespunzătoare și a unor mijloace tehnice și materiale adecvate.

Chimia nu a făcut parte niciodată din canonul clasic, iar elementele aristotelice — pămînt, apă, aer și foc — au avut totdeauna un aspect mai curînd meteorologic și fizic decît chimic (p. 121). Chimia arabă și medievală, sau mai degrabă alchimia, se împletea strîns cu o astrologie care lega metalele de planete. Spulberarea imaginii lumii așa cum a fost înfățișată de Aristotel și de Platon a făcut ca chimia, lipsită de presupusele ei influențe planetare și aeriene, să rămînă fără nici o bază rațională, așa cum a arătat Boyle în lucrarea sa „Chimistul sceptic“. Dar nici chimia „spagirică“ arabo-paracelsiană a celor trei principii — mercur, sulf și sare (p. 273) — nu s-a găsit într-o situație mai bună. Aceste principii sau elemente erau mult prea vagi și schimbătoare pentru a putea fi adaptate unei filozofii corpusculare anume concepute ca să excludă *forțele oculte*. Boyle a izbutit să dea o definiție precisă a elementului chimic, deși aceasta n-a fost decît o definiție negativă.

„Nici un corp nu este un adevărat principiu sau element dacă nu este perfect omogen, ci poate să mai fie descompus într-un număr oarecare de substanțe distincte oricît de mici“.

Din păcate, tehnica chimiei n-a putut oferi nici o posibilitate de a determina, cu excepția cîtorva metale, dacă o substanță este un element, iar criteriul lui Boyle a rămas inaplicabil timp de încă 100 de ani. El însuși a menționat acest lucru în lucrarea sa „Despre eșecurile experiențelor“.

Newton, care s-a ocupat de chimie mult mai multă vreme decît de fizică, n-a ajuns nici el mai departe din punct de vedere practic. În teorie, el a expus, după cum a arătat Vavi-

liv 4.85:4.108, o imagine a atomului alcătuit din învelișuri aflate în interiorul altor învelișuri, tot mai strânse din exterior spre interior. Această anticipare surprinzătoare și perfect logică a atomului din zilele noastre cu nucleul și electronii săi a rămas însă uitată aproape 300 de ani. În secolul al XVII-lea, chimia nu se afla încă într-un stadiu în care să se fi putut aplica analiza corpusculară. Pentru aceasta era necesară acumularea de noi date experimentale, care avea să se realizeze abia în secolul următor. Spre deosebire de fizică, chimia reclamă un număr considerabil de experiențe și nu conține principii evidente de la sine. Fără asemenea principii, ea trebuia să rămână o știință „ocultă“, depinzând de mistere reale, dar inexplicabile.

Atâta timp cât s-a preocupat de materiale cunoscute încă de antici, chimia a avut tendința să devină stereotipă. Dar, după secolul al XV-lea, domeniul chimiei s-a lărgit cu repeziune. S-au obținut întâmplător noi substanțe cu proprietăți remarcabile, ca fosforul, iar în țările Lumii Vechi și Noi, s-au descoperit noi metale, ca bismutul și platina. Pentru a explica proprietățile acestor substanțe erau necesare noi teorii, care să fie mereu verificate prin noua practică. La început, aceste teorii au avut în mod necesar un caracter pur calitativ și au fost încă vagi, dar ele au constituit baza esențială a unor teorii mai precise. Ca urmare a specializării continue a comerțului și a industriei s-a simțit permanent nevoia unor anumite produse chimice — salpetrul, alaunul, calaicanul (sulfatul de fier), vitriolul (acid sulfuric), soda —, ceea ce a dat naștere unei industrii chimice, din ale cărei experiențe și probleme avea să se dezvolte chimia rațională de mai târziu.

Biologia în secolul al XVII-lea

Lumea viețuitoarelor, incomparabil mai complexă, era bineînțeles mult mai greu de explicat decât fenomenele transformărilor chimice. Nu este deci surprinzător faptul că noua filozofie mecanicistă, corpusculară, cu toate pretențiile ei, n-a fost de prea mare utilitate în acest domeniu. Sanctorius (1561—1636) mînca și dormea pe o balanță pentru a i se controla mereu greutatea, dar n-a putut să explice schimbările pe care le observa. Concepția lui Descartes despre mașina-animal și mașina-om, care se deosebeau între ele numai prin existența la aceasta din urmă a unui suflet rațional care-o dirija prin glanda pineală, a contribuit foarte puțin la progresul fiziologiei. Borelli (1608—1678) a continuat această analogie, explicînd cu ajutorul unei teorii mecaniciste mișcările membrilor oamenilor și animalelor. Hidraulica era destul de bună pentru a explica funcționarea inimii și circulația sîn-

gelui, dar s-a dovedit de mică utilitate când a fost vorba de creier și de fluxul nervos.

Domeniul în care secolul al XVII-lea a înregistrat un progres decisiv a fost acela al observației, mai ales al observației cu ajutorul microscopului (p. 329), care a arătat pentru prima oară că spermatozoizii asigură reproducerea. De o importanță mai directă a fost însă activitatea lui Nehemiah Grew (1641—1712), care a pus bazele fiziologiei plantelor, și a lui John Ray (1627—1705), fiul unui fierar, care a făcut primii pași spre o clasificare științifică a plantelor și, cu mai puțin succes, a animalelor.

Cercetările efectuate la sfârșitul secolului al XVII-lea în domeniul biologiei au fost în mod practic de o foarte mică utilitate imediată pentru agricultură. Progresele importante, mai ales în horticultură, s-au datorat mai curînd faptului că, în condiții economice excepțional de favorabile, s-au realizat îmbunătățiri minuțioase și treptate ale practicii tradiționale. În special în Flandra și Olanda s-au găsit oameni înstăriți care au avut posibilitatea și au fost dispuși să investească în fermele lor *capital* sub formă de unelte și îngrășăminte. În același timp, ei erau siguri că există o piață suficient de mare și mereu crescîndă pentru produsele lor îmbunătățite. Olanda a fost pepiniera de unde noile metode, datorită lucrărilor unor amatori entuziaști ca John Evelyn (1620—1706), aveau să treacă în Anglia (p. 284 și notă la p. 259).

Metoda observației directe și a experimentării avea să dea roade de o utilitate mai imediată în medicină, deși în acest domeniu progresul a fost dezamăgitor de încet. Ideea că medicina este o știință care trebuie să fie elaborată pe calea descoperirilor realizate prin studierea pacienților și nu o teorie care trebuie să fie aplicată asupra lor, deși era tot atît de veche ca și Hipocrate, fusese în bună parte dată uitării. Ea a fost reactualizată în epoca amintită de medici ca Sydenham (1624—1689), care, pe lângă că era un mare clinician, era la curent cu întreaga știință a vremii sale.

7. 9. Mecanica cerească. Sinteza newtoniană

Deși toate aceste realizări stau mărturie pentru marea înflorire a activității științifice în numeroase domenii, preocuparea centrală și un mare triumf al științei secolului al XVII-lea a fost, fără îndoială, realizarea unui sistem general al *mecanicii*, care a putut explica mișcarea stelelor pe baza comportării materiei pe pămînt, accesibilă observației. În acest domeniu, cercetătorii epocii și-au încheiat socotelile, o dată pentru totdeauna, cu grecii antici. Atît anticii, cît și

oameni din secolul al XVII-lea erau de acord în ceea ce privește importanța studierii cerului. Dat fiind însă că preocupările acestora din urmă erau de ordin mai mult practic decât filozofic, răspunsul pe care-l cereau era cu totul diferit. De găsirea acestui răspuns într-o formă completă și satisfăcătoare s-au ocupat un șir de matematicieni și de astronomi, printre care aproape toți oamenii de știință renumiți din perioada aceea: Galilei, Kepler, Descartes, Borelli, Hooke, Huygens, Halley și Wren. Toate aceste cercetări aveau să ducă la sinteza mecanicii în lucrarea lui Newton „De philosophiae naturalis principia mathematica” („Principiile matematice ale filozofiei naturale”), în care acesta a formulat și a fundamentat teoria gravitației universale.

Problema mișcării sistemului solar continua să prezinte în sine un interes destul de puternic, deși, de fapt, semnificația sa filozofică și teologică se spulberase o dată cu năruirea cosmologiei anticilor. Procesul lui Galilei a fost, fără îndoială, o ultimă și zadarnică încercare de împotrivire din partea aristotelismului clerical. Însă noul edificiu care avea să-i ia locul nu putea fi complet decât dacă se putea găsi o explicație fizică acceptabilă a sistemului lui Copernic și Kepler. Aceasta a fost una dintre cauzele care au determinat pe aproape fiecare filozof naturalist să emită ipoteze, să experimenteze și să efectueze calcule pentru a găsi această explicație. Unii dintre ei s-au apropiat foarte mult de ea, mai ales Hooke, pînă ce succesul lui Newton a pus capăt strădaniilor lor.

Determinarea longitudinii

Astronomii aveau și un alt motiv, chiar mai imperios, pentru a descoperi legile mișcării sistemului solar, și anume nevoia unor tabele astronomice cu mult mai exacte decât pe vremea cînd se recurgea la astronomie în special pentru preziceri astrologice. Exigențele navigației erau mult mai mari. Determinarea poziției unei corăbii pe mare, și în special a celei mai dificile coordonate a poziției — longitudinea —, era o problemă care se punea tot timpul. Ea a devenit din ce în ce mai urgentă pe măsură ce o parte tot mai mare din eforturile economice și militare ale diferitelor țări, și în special ale Angliei, Franței și Olandei, centrele progresului științific, erau îndreptate spre expediții maritime. Determinarea longitudinii a fost o problemă care avea să preocupe atît pe astronomi, cît și pe navigatori de-a lungul unor decenii și chiar secole. Tocmai pentru a ajuta la rezolvarea acestei probleme practice au fost întemeiate primele instituții științifice

subvenționate de stat : Observatorul regal din Paris, în 1672, și Observatorul regal din Greenwich, în 1675.

Problema determinării longitudinii este, în fond, problema determinării timpului absolut — sau, cum se spune astăzi, a orei Greenwich — în orice loc de pe globul pământesc. Aceasta, comparată cu ora locală, dă intervalul de timp care poate fi transformat direct în longitudine. Există — sau, mai curînd, existau înainte de inventarea radioului — numai două metode pentru determinarea orei Greenwich : prima consta în observarea mișcării Lunii printre stele, un ceasornic dinainte fixat pe cer ; cealaltă consta în folosirea unui ceasornic de precizie, potrivit inițial după ora Greenwich. Prima metodă necesita tabele extrem de precise pentru stabilirea poziției corpurilor cerești ; a doua cerea un mecanism de ceasornic care să funcționeze absolut exact. În tot cursul secolului al XVII-lea și într-o mare parte din secolul al XVIII-lea au fost folosite ambele metode, fără ca una dintre ele să se fi dovedit superioară celeilalte. Exista în ambele direcții un stimulent imediat pentru gîndire, observație și experimentare, un stimulent în parte pur comercial, dar totodată de prestigiu național și individual.

Cronometrul

La prima vedere, cele două metode păreau cu totul diferite : una se ocupa de mișcarea sferelor în spațiul vid, iar cealaltă de mișcarea unor mecanisme de control. Cînd au fost însă studiate, s-a constatat că amîndouă aveau o bază comună în *dinamică*. Galilei a fost acela care a descoperit că instrumentul ideal care marchează cu regularitate timpul este *pendulul*. Hooke a adus o contribuție practică esențială la această descoperire, înlocuind pendulul simplu printr-unul prevăzut cu arc regulator, ale cărui oscilații nu erau perturbate de mișcarea corăbiei. În ambele cazuri, măsurarea exactă a timpului depindea de cunoașterea legilor mișcării oscilatorii a corpurilor, și tocmai această problemă a fost rezolvată de Huygens, care a pus bazele primului cronometru, așa cum le-a expus în cartea sa „De horologium oscillatorium“ („Cea-sul cu pendul“) (1673). Avea să mai treacă mult timp pînă ce aceste principii să poată fi aplicate efectiv în practică, prin dobîndirea unei mai mari măiestrii în construcția de instrumente și pentru ca premiul oferit de Amiralitate pentru determinarea longitudinii să poată fi cîștigat în sfîrșit, în 1765, de cronometrul lui Harrison.

Mișcările planetelor. Teoria gravitației

Cu toate acestea, abordarea pur astronomică a acestei probleme, deși cu ajutorul ei nu s-a reușit să se găsească soluția practică, avea să se dovedească mult mai prețioasă pentru știința viitorului. Aceasta s-a datorit imboldului pe care l-a dat pentru găsirea unei soluții matematice și dinamice a problemei mișcării planetelor. Mulți oameni de știință au fost preocupați de găsirea cauzei care face ca planetele să se învîrtească în jurul Soarelui, pe orbite despre care Kepler a arătat pentru prima oară că sînt eliptice. Ei au bănuir chiar că planetele ar putea fi menținute pe aceste orbite de o forță de atracție. De fapt ideea atracției a fost îndeobște recunoscută încă din vremea cercetărilor lui Gilbert asupra magnetului (p. 300) și chiar mai înainte. Magnetul a arătat că atracția este posibilă de la distanță și însuși Gilbert a emis ipoteza că ceea ce menține planetele în poziția lor și le face să se rotească pe orbite ar putea să fie toomai magnetismul.

Borelli a formulat în 1666 ideea importantă că mișcările planetelor implică existența necesară a unei forțe care să echilibreze forța centrifugă, la fel cu cea care acționează asupra unei pietre legată cu o sfoară în timpul rotirii ei. El a considerat că această forță nouă este forța gravitației, care acționează dincolo de vecinătatea imediată a Pămîntului pînă la Lună și de la Soare la planete. Deoarece planetele se mișcă pe orbita lor eliptică cu o viteză din ce în ce mai mare pe măsură ce se apropie de Soare, forța gravitației trebuie să crească pentru a echilibra forța centrifugă mărită. Forța gravitației este deci o funcție a distanței. Acum se punea problema: ce fel de funcție? Hooke, care bănuise deja că gravitatea descrește cu distanța, a încercat să găsească o confirmare a acestei ipoteze, căutînd în zadar să constate o variație în greutatea unui corp așezat pe Pămînt într-o mină și în vîrfurile unei clopotnițe.

Teoria predominantă a gravitației rămăsese aceea a lui Descartes, și anume că corpurile grele sînt atrase spre centrele lor de atracție de „un principiu secret al nesociabilității vîrtejurilor lor de eter”, după cum formulase Newton, care a fost adeptul acestei teorii pînă în 1679.^{4,79}

Nu era posibil nici un progres atîta timp cît aceste idei generale nu puteau fi exprimate într-o formulă matematică și confruntate cu observațiile. Primul pas în această direcție a fost făcut de Huygens în 1673, cînd, în legătură cu lucrarea sa asupra ceasornicelor cu pendul, a enunțat legea forței centrifuge, arătînd că aceasta este direct proporțională cu raza și invers proporțională cu pătratul perioadei. Dar pătratul perioadei, în conformitate cu a treia lege a lui Kepler, este

direct proporțional cu cubul razei, de unde rezultă că pentru echilibrarea forței centrifuge atracția gravitațională sau forța centripetă trebuie să depindă de rază împărțită la cubul ei, adică să fie invers proporțională cu pătratul razei. Hooke, Halley și Wren au ajuns la această concluzie în 1679. Mai rămîneau de rezolvat două probleme: explicarea formei eliptice a orbitelor și a felului cum acționează gravitația între corpurile mari care se atrag. Hooke i-a scris lui Newton, punîndu-i aceste probleme, dar n-a primit răspuns, și în 1684 Halley a oferit un premiu pentru rezolvarea lor. Era evident că răspunsul era foarte aproape, însă, deși mulți oameni au pregătit calea spre el, unul singur a posedat priceperea matematică să-l găsească și să tragă concluziile revoluționare care rezultau din acest răspuns.

Isaac Newton

Acest om a fost Isaac Newton, din generația mai tînăra a membrilor Societății Regale — născut în 1642, anul în care a murit Galilei —, dar binecunoscut încă dinainte pentru cercetările sale în domeniul matematicii și opticii. Newton se trăgea din noua clasă mijlocie rurală, care îl dăduse pe Cromwell, ca și pe mulți membri ai parlamentului. S-a născut după moartea tatălui său, un mic fermier din Lincolnshire. Familia a avut relații destul de bune pentru ca să-l trimită la Cambridge, unde a studiat fără să se fi distins în mod deosebit. În 1663 Newton a făcut cunoștință cu Isaac Barrow (1630—1677), un savant progresist care călătorise mult și care acum era primul titular al catedrei de matematici „Lucasi”, numită astfel după numele unui donator. Barrow i-a apreciat calitățile și a obținut numirea lui Newton, care era în vîrstă de 26 de ani, la catedra sa în 1669, deși acesta nu publicase încă nimic și nu atrăsese aproape cu nimic atenția asupra lui. Newton a rămas la Cambridge pînă cînd, la apogeul celebrității sale, a fost numit în 1696 administrator, iar mai tîrziu director al Monetăriei regale, cu un salariu anual de 400 de lire sterline. Se socotea că a fost un mare noroc că a obținut această funcție, de care, de altfel, s-a achitat cu multă conștiinciozitate.

La Cambridge, Newton s-a ocupat de optică și de alte ramuri ale fizicii, de chimie, de cronologie biblică și de teologie, criticînd un eretic de orientare ariană. Se pare că n-a exercitat prea mare influență în universitate și n-a întemeiat niciodată vreo școală a sa. Aici el a căzut sub influența unui grup profund religios de platonieni, în frunte cu Henry More, și, datorită acestora, în filozofia sa au apărut elemente pla-

toniene, care, în consecință, au pătruns și în știința modernă. 4.²⁸ În general el s-a conformat concepțiilor clasei sale, a reprezentat Universitatea din Cambridge în parlament și a sprijinit compromisul whigilor în politică. Aceasta a contribuit ca ideile sale, care abia mai târziu aveau să-și manifeste potențialul revoluționar, să pară la început acceptabile. În viața sa particulară, Newton a fost un om extrem de ciudat, foarte rezervat și retras, chiar ascuns. El nu s-a căsătorit niciodată; totuși a refuzat să se preotească, pentru că nutrea îndoieli cu privire la Sf. Treime. Cunoștințele sale erau destul de vaste ca să-i insuflă un puternic spirit autocritic, dar aceasta îl făcea și mai sensibil față de criticile altora.

Intrarea publică a lui Newton în discuția asupra gravitației a avut loc relativ târziu. Se prea poate ca el să fi meditat asupra acestei probleme atunci când, ca student, a trebuit să se înapoieze acasă, la Woolsthorpe, în 1665, anul ciumei, astfel că povestea cu mărul ar putea să fie adevărată. Totuși, fie pentru că a avut îndoieli în această privință, fie pentru că n-a considerat problema gravitației destul de importantă, el n-a publicat nimic asupra ei și s-a ocupat timp de 20 de ani de alte probleme. Lucrările sale de mai târziu arată că el putea să emită mai multe ipoteze incompatibile înainte de a se hotărî pentru una dintre ele. Se poate să fi procedat așa și în acest caz, după cum arată concepțiile sale carteziene din 1679 (p. 337). În orice caz, ideile sale din 1665 nu au putut avea vreo influență asupra dezvoltării științei, iar legea proporționalității inverse cu pătratul distanței fusese descoperită, fără îndoială, de câțiva alți oameni de știință înainte de a o fi publicat el.

Cu toate acestea, contribuția lui Newton a fost hotărâtoare. Ea a constatat în descoperirea metodei matematice de transformare a legilor fizice în rezultate calculabile cantitativ care pot fi confirmate prin observație și, invers, în deducția unor legi fizice din astfel de observații. Cităm din cele spuse de el în prefața „Principiilor” sale:

„Prezint această lucrare drept principiile matematice ale filozofiei, căci întreaga dificultate a filozofiei naturii pare a consta în cercetarea forțelor naturii pe baza fenomenelor de mișcare, iar apoi în explicarea celorlalte fenomene pe baza acestor forțe... Aș dori să putem deduce celelalte fenomene ale naturii din principiile mecanice prin aceeași metodă de raționament, deoarece din multe motive înclin să bănuiesc că toate aceste fenomene ar putea depinde de anumite forțe prin care particulele corpurilor, din cauze pînă acum necunoscute, ori sînt împinse unele spre altele și se adună în figuri regulate, ori se resping și se îndepărtează unele de altele. Aceste forțe fiind necunoscute, încercările filozofilor de a

explica fenomenele naturii au rămas pînă acum zadarnice ; sper însă că principiile expuse aici vor arunca oarecare lumină fie asupra acestei metode a filozofiei, fie asupra unei metode mai adevărate“.

Calculul infinitezimal

Mijlocul cu ajutorul căruia Newton a realizat aceasta a fost calculul infinitezimal, sau, cum l-a numit el, metoda fluxiunilor (fluxul uniform al unei funcții continue). Aceasta a marcat punctul culminant al strădaniilor multor generații de matematicieni, începînd cu predecesorii babiloneni și trecînd prin opera lui Eudox și Arhimede (p. 129). În secolul al XVII-lea, calculul infinitezimal s-a dezvoltat rapid datorită lucrărilor lui Fermat (1601—1665) și Descartes, iar forma în care îl cunoaștem astăzi i-a fost dată de Leibniz (1646—1716) (p. 366). Dacă marele merit îi revine lui Newton sau lui Leibniz — subiect de aprigă controversă la timpul său — nu prezintă, din punctul de vedere al progresului științei, o importanță prea mare. Important este faptul că Newton a aplicat calculul său pentru a rezolva probleme de importanță vitală ale fizicii și a învățat și pe alții să-l aplice.

Cu ajutorul acestui calcul se poate determina poziția unui corp mobil în orice moment dat, cunoscînd relația dintre poziția și viteza sau accelerația corpului în orice moment. Cu alte cuvinte, o dată ce este cunoscută legea forței, se poate calcula traiectoria. Aplicată invers, legea forței gravitației a lui Newton rezultă direct din legea mișcării a lui Kepler. Din punct de vedere matematic, acestea reprezintă două moduri diferite de a exprima aceeași idee, dar în timp ce legile mișcării planetelor par abstracte, ideea că planetele sînt menținute pe orbita lor de o atracție puternică este accesibilă rațiunii, chiar dacă forța gravitației în sine rămîne un mister deplin.

Calculul infinitezimal, așa cum a fost dezvoltat de Newton, a putut fi folosit, și de fapt a și fost folosit, la rezolvarea unei mari varietăți de probleme de mecanică și hidrodinamică. El a devenit imediat instrumentul matematic potrivit pentru înțelegerea tuturor problemelor mărimilor variabile și ale mișcării și, prin urmare, a tuturor problemelor tehnicii mecanice și a rămas aproape unicul instrument de acest gen pînă în secolul nostru. Într-un sens foarte real, el a reprezentat un instrument al noii științe în aceeași măsură ca și luneta.

„Principiile“

Probabil că a fost nevoie de întreaga putere de convingere a lui Halley pentru a-l determina pe Newton să publice în doi ani, 1685—1686, soluția găsită de el privind mișcarea planetelor în lucrarea sa „Principiile matematice ale filozofiei naturale“. Această lucrare a fost tipărită pentru Societatea Regală și a avut ca editor pe președintele ei, Samuel Pepys *, însă societatea n-avea bani și Halley a trebuit să plătească pentru apariția lucrării din propriul său buzunar. Prin puterea de convingere a raționamentului său întărit de dovezi de ordin fizic, această carte a rămas neîntrecută în întreaga istorie a științei. Din punct de vedere matematic, ea poate fi comparată numai cu „Elementele“ lui Euclid, iar în ce privește pătrunderea fenomenelor fizice și efectul ei asupra ideilor, numai cu „Originea speciilor“ a lui Darwin. Ea a devenit imediat biblia noii științe, nu atât ca un sacru izvor de doctrină, deși a existat un oarecare pericol în acest sens, în special în Anglia, cât ca sursă pentru extinderea metodelor lui Newton asupra altor domenii.

În „Principiile“ sale, Newton a făcut mult mai mult decât să stabilească legile mișcării planetelor. Desigur, obiectivul său principal a fost să demonstreze cum poate gravitația universală să mențină sistemul lumii. Dar el voia să facă acest lucru nu pe calea cea veche, filozofică, ci cu ajutorul fizicii noi, cantitative. Pentru aceasta el avea de îndeplinit alte două sarcini: în primul rând să dărîme concepțiile filozofice din trecut, vechi și noi; în al doilea rând, să-și stabilească propria sa concepție nu numai ca fiind singura corectă, ci și ca modul cel mai exact de a explica fenomenele.

O mare parte din „Principii“ este consacrată respingerii minuțioase și cantitative a celui mai popular sistem din acele vremuri, cu care, de altfel, cochetase și el, cel al lui Descartes, cu complexul său de vîrtejuri care mențineau fiecare planetă. Aceasta era o idee intuitivă genială, însă cu desăvîrșire incapabilă, după cum a arătat Newton, să dea rezultate cantitative exacte. În cursul acestei demonstrații, el a ajuns să întemeieze știința *hidrodinamicii*, analizînd și precizînd ideile despre *viscozitate* și *rezistența aerului* și punînd, de fapt, bazele unei mecanici a fluidelor, care avea să se dezvolte abia în epoca avionului.

Deși Newton a folosit calculul infinitezimal pentru a ajunge la rezultatele sale, în „principii“ el a avut grijă să refacă întreaga muncă, prezentînd-o sub forma geometriei clasice grecești, pe înțelesul celorlalți matematicieni și astronomi. Consecința practică imediată a publicării ei a fost aceea că a oferit un sistem de calcul care dădea posibilitatea să se

determine pozițiile Lunii și ale planetelor, pe baza unui minim de observații și cu o precizie mult mai mare decât ar fi reușit s-o facă predecesorii săi prin extinderea empirică a lungilor lor serii de observații. De pildă, pentru a stabili poziția unui corp ceresc, pentru un viitor oricât de depărtat erau suficiente trei observații.

O confirmare a fost adusă, curînd după moartea lui Newton, de prietenul său Halley cu faimoasa sa cometă, a cărei revenire a prezis-o cu succes pe baza teoriilor lui Newton. În urma folosirii teoriilor newtoniene, tabelele de navigație au devenit mult mai exacte. Din păcate, corpul ceresc cel mai potrivit pentru a fi observat în scopul determinării longitudinii este Luna, a cărei mișcare este mai complicată decât a tuturor corpurilor din sistemul solar. Nu s-a ajuns niciodată la formule destul de precise pentru ca Luna să poată deveni o călăuză sigură pentru marinari. De aceea premiul — sau măcar acea parte din el care a putut fi scoasă de la Amiralitate — a fost cucerit de ceasornicarii cu preocupări științifice și nu de astronomii cu preocupări mecanice.

Newton ia locul lui Aristotel

Teoria gravitației a lui Newton și contribuția sa în domeniul astronomiei marchează ultima fază a transformării imaginii aristotelice a lumii, începută de Copernic. În locul imaginii sferelor dirijate de un prim creator al mișcării sau de îngeri după porunca lui Dumnezeu, Newton a introdus definitiv imaginea unui mecanism funcționînd sub acțiunea unei legi simple a naturii, care nu necesită aplicarea continuă a forței și nu are nevoie de intervenția divină decât pentru a-l crea și a-i porni mișcarea.

Newton însuși nu era prea sigur de acest lucru, astfel că a lăsat o porțiță pentru intervenția divină în scopul menținerii stabilității sistemului. Această porțiță a fost însă închisă de Laplace (p. 364) și nu s-a mai simțit nevoie de intervenția lui Dumnezeu. Dînd soluția sa, care conține toate datele necesare pentru determinarea practică a viitoarelor poziții ale Lunii și planetelor, Newton se abține de la orice discuție fundamentală asupra existenței unui plan divin. Newton considera că a dezvăluit acest plan și nu mai voia să ridice nici o altă problemă.

Din situația delicată în care s-a pomenit emițînd o ipoteză cu privire la existența mișcării absolute, Newton a ieșit afirmînd, ca și prietenii săi platonicieni, că spațiul este „senzoriul” — conștiința sau creierul — lui Dumnezeu și deci trebuie să fie absolut. În felul acesta, el s-a ferit să se încurce

în teorii relativiste. Teoria lui nu explica în nici un fel de ce toate planetele se află aproximativ în același plan și se rotesc în același sens, ceea ce teoria vîrtejurilor lui Descartes explica ușor. Newton și-a mascat minuțios neștiința cu privire la originea acestui fenomen, postulînd că așa a fost voia lui Dumnezeu la începutul creației lumii.

Pe atunci faza distructivă a Renașterii și a Reformei luase sfîrșit; se simțea nevoia unui nou compromis între religie și știință, asemănător cu cel intervenit între monarhie și republică sau între marea burghezie și nobilime. Sistemul newtonian al universului a reprezentat o mare concesie din partea ortodoxismului religios, întrucît prin acest sistem nu se mai putea vedea limpede mîna lui Dumnezeu în fiecare fenomen ceresc sau pămîntesc, ci numai în crearea și organizarea generală a întregului. La fel cu unșii săi pe pămînt, Dumnezeu devenise de fapt un monarh constituțional. În ceea ce-i privea, oamenii de știință se străduiau să nu încalce domeniul propriu religiei: lumea vieții omului cu năzuințele și răspunderile ei. Acest compromis, susținut cu înțelepciune de episcopul Sprat și propovăduit de temutul dr. Bentley în predicile despre Boyle din 1692, avea să se mențină pînă ce a fost năruit de Darwin în secolul al XIX-lea. *

Deși sistemul gravitației universale părea să fie în acel timp și continuă să fie considerat și acum cea mai importantă realizare a lui Newton, el a exercitat asupra științei și în afara ei o influență mult mai mare prin metodele pe care le-a folosit pentru obținerea rezultatelor sale. Calculul său infinitezimal a dat o metodă universală de trecere de la cunoașterea variațiilor unor mărimi la determinarea mărimilor respective și invers. Newton a dat cheia matematică potrivită pentru rezolvarea problemelor fizicii în următorii 200 de ani. Stabilind legile mișcării, care legau forța nu de mișcarea însăși, ci de variația mișcării, el a rupt definitiv cu vechiul punct de vedere al simțului comun, care susținea că pentru menținerea mișcării este necesară forța. Totodată, el a trecut pe planul al doilea frecarea, care făcea necesară forța în toate mecanismele practice. Problema evitării frecării rămînea în seama fiecărui inginer priceput. Într-un cuvînt, Newton a stabilit, o dată pentru totdeauna, concepția *dinamică* asupra universului în locul concepției *statice*, care îi satisfăcuse pe antici. Această transformare, împreună cu atomismul său, a arătat că concepțiile lui Newton, fără ca el să-și dea seama de acest lucru, erau în deplină concordanță cu condițiile

economice și sociale din epoca sa, în care inițiativa individuală, riscul fiecăruia, înlocuia treptat ordinea ierarhică fixă, de la sfârșitul antichității clasice și din perioada feudală, când fiecare om știa unde-i este locul*.

Făcînd abstracție de aceste realizări, opera lui Newton, ea însăși desăvîrșirea unui secol de experimentări și calcule, a dăruit o metodă sigură care putea fi folosită cu succes de oamenii de știință de mai târziu. În același timp, ea a dat oamenilor de știință, ca și celorlalți oameni, convingerea certă că universul este guvernat de legi matematice simple. Astfel, legile electricității și magnetismului, după cum vom vedea (p. 437), au fost construite după un model newtonian, iar teoria atomistă a chimiștilor a fost o consecință directă a concluziilor atomiste ale lui Newton.

Prestigiul și influența lui Newton

Succesele lui Newton au atras după ele și dezavantajele inerente. Prestigiul său era atît de mare, sistemul său părea atît de desăvîrșit, încît au stăvilit categoric progresul științific în secolul următor ori l-au îngăduit numai în domenii pe care Newton nu le abordase. În Anglia, această împrejurare a stăvilit progresul matematicii pînă spre mijlocul secolului al XIX-lea. Influența lui Newton a durat mult mai mult decît sistemul său, iar întreaga orientare pe care el a dat-o științei a fost admisă în asemenea măsură ca ceva de la sine înțeles, încît limitările severe pe care le impunea, datorită în mare parte prejudecăților sale teologice, n-au fost sesizate pînă în timpul lui Einstein și nici măcar astăzi nu sînt pe deplin sesizate.

Este paradoxal cum, cu toată dorința lui Newton de a reduce filozofia la ceea ce poate fi exprimat matematic, efectul cel mai direct al ideilor sale s-a produs în domeniul economic și politic. Răspîndite prin intermediul filozofiei prietenului său Locke și al succesorului acestuia, Hume, aceste idei aveau să genereze scepticismul general față de autoritate și o atitudine de *laissez-faire*, care aveau să ducă la scăderea prestigiului religiei și a respectului pentru o ordine socială de origine divină. Prin intermediul direct al lui Voltaire, care a introdus primul în Franța opera lui Newton, aceasta avea să-și aducă contribuția la „iluminism” și în felul acesta la ideile revoluției franceze. Pînă în ziua de astăzi, ideile lui Newton formează baza filozofică a liberalismului burghez.

7. 10. Privire retrospectivă: capitalismul și nașterea științei moderne

Cuprinzînd cu privirea largă mișcare a noii științe în secolele XV—XVII, putem astăzi să ne dăm seama mai bine de ce știința s-a născut la timpul și în locul unde s-a născut. Putem vedea cum ea a apărut imediat după marea reînviore a comerțului și industriei, care a marcat ascensiunea burgheziei în secolele XV—XVI și triumful ei politic în Anglia și Olanda în secolul al XVII-lea. Nașterea științei a urmat imediat după aceea a capitalismului. Același spirit care a făcut o spărtură în formele încremenite ale feudalismului și bisericii a rupt și cu tradiția mult mai veche, sclavagistă și conservatoare, a lumii clasice. În știință, ca și în politică, ruptura cu tradiția însemna descătușarea inventivității omului și pătrunderea lui în domenii care pînă atunci i-au fost ascunse. Nici o parte a universului nu era prea depărtată, nici o îndeletnicire prea umilă ca să fie cercetate de noii oameni de știință.

Unitatea științei din secolul al XVII-lea

Cu toată varietatea domeniilor de cercetare, știința secolului al XVII-lea s-a caracterizat printr-o unitate care avea o triplă bază : a persoanelor, a ideilor și a aplicațiilor. În primul rînd, omul de știință din secolul al XVII-lea putea să cuprindă întregul domeniu al cunoașterii științifice și să realizeze singur lucrări originale. Newton a fost nu numai matematician, astronom, optician și mecanic, ci a lucrat ani de zile și în domeniul chimiei, în care, deși a publicat foarte puțin, se pare că avea o pricepere mult mai profundă decît oricare alt om din vremea sa. Hooke, cu toate că nu era un mare matematician, a lucrat, după cum am văzut, în toate aceste domenii, ca și în fiziologie, fiind unul dintre pionierii microscopiei. Wren, pe care îl cunoaștem ca arhitect, s-a aflat de asemenea în centrul mișcării științifice. Ca urmare a acestei universalități, oamenii de știință — „virtuozii” — din secolul al XVII-lea și-au putut forma o imagine mult mai unitară despre domeniul științei decît au putut s-o aibă oamenii de știință în timpurile care au urmat.

Filozofia matematică

În al doilea rînd, unitatea științelor se datora faptului că ideea călăuzitoare și metoda de muncă era matematică în esență, și anume bazată pe o matematică provenită direct de la greci, dar conținînd și contribuții ale arabilor, hindu-

șilor, și, probabil ale chinezilor. Acest fapt n-a constituit totuși un câștig net, căci a dus la o anumită limitare, care n-a fost însă sesizată, a domeniului științei din secolul al XVII-lea, tocmai din cauza acestei predominări a matematicii. Există tendința ca fenomenele experimentale care pe atunci nu puteau fi exprimate matematic să fie ocolite, iar anumite probleme cărora nu li se puteau aplica metodele matematice să fie totuși tratate matematic, obținându-se uneori rezultate chiar ridicule. Astfel, un adept al lui Harvey a încercat să explice acțiunea diferitelor glande ale corpului prin impulsurile relative ale particulelor lor în funcție de unghiurile ce le formau canalele prin care-și descărcau secrețiile. Exagerarea cea mai mare a avut loc în domeniul social, cu încercarea lui Spinoza (1632—1677), cel mai remarcabil filozof al secolului al XVII-lea, de a reduce etica la principii matematice. Tocmai din cauza importanței prea mari acordate matematicii, oamenii de știință din secolul al XVII-lea au înregistrat succese numai în domeniile mecanicii și astronomiei, în care fuseseră precedați de greci, și au realizat doar puține progrese însemnate în chimie și în biologie.

Știința și problemele tehnicii

Al treilea și cel mai caracteristic factor unificator al noii științe a fost interesul pentru marile probleme tehnice din acele vremuri. După cum am văzut, extraordinarul progres al tehnicii, începând din secolul al XIV-lea sau chiar dinainte, a pornit de la ruperea cu tradiția în împrejurările favorabile din Europa, unde resurse bogate trebuiau să fie exploatate de un mic număr de oameni, ceea ce stimula inventivitatea. Soluțiile la care se ajunsese în minerit și metalurgie, în transporturi și în industria textilă au fost soluții tehnice, însă prin faptul că au rupt cu tradiția au ridicat noi probleme, care urmau să fie rezolvate de noua știință. Multe dintre aceste probleme, în special cele din domeniile navigației, balisticii și mecanicii, nu depășeau cadrul tradiției științifice grecești și puteau fi rezolvate direct în practică. Celelalte aveau să constituie un imbold pentru știința secolului al XVIII-lea.

Știința își dovedește valoarea

Este adevărat că, la început, oamenii de știință pretindeau că sînt în stare să obțină rezultate mai mari decît cele posibile în vremea aceea. Pînă la sfîrșitul secolului al XVIII-lea, știința a luat de la industrie mult mai mult decît

a fost în stare să-i dea în schimb. În chimie și biologie a trebuit să mai treacă cel puțin încă un secol pînă cînd oamenii de știință au putut să propună ceva nou pentru înlocuirea sau îmbunătățirea procedeele tradiționale, iar în medicină a fost nevoie de și mai mult timp. Chiar și în unele ramuri ale științelor fizice binecunoscute, ca mecanica și balistica, superioritatea era tot de partea practicienilor. Perfecționarea morilor avea să rămînă încă mult timp în mîinile constructorilor de mori, iar aceea a tunurilor în mîinile turnătorilor. Lucrînd cu lemn sau cu metal turnat după metode rudimentare, era cu neputință să se valorifice soluțiile fine oferite de noua matematică și dinamică. Newton de pildă, a calculat traiectoria proiectilului ținînd seama de rezistența aerului. Metodele sale au mai fost aplicate chiar și în cel de-al doilea război mondial, dar erau cu totul inaplicabile pe vremea lui. Țeava tunurilor prezenta neregularități, proiectilul nu se potrivea bine în țeavă, cantitatea și calitatea prafului de pușcă varia la fiecare încărcătură, iar pentru reglarea tirului nu existau alte mijloace decît manipularea brută cu frînghii și propte. Tunarul bun, care era conștient de imperfecțiunea meșteșugului său, se putea lipsi foarte bine de balistică.⁴⁻⁵⁰ Singura excepție a constituit-o meșteșugul ceasornicarului, în al cărui domeniu mai pretențios — producția de cronometre marine — era necesară o anumită cunoaștere a dinamicii.

Unicul mare succes al noii științe a fost reputat în navigație. A fost o realizare destul de importantă, deoarece a fost obținută într-o vreme în care controlul căilor maritime și descoperirea unor lumi noi constituiau cheia succeselor naționale, economice și politice. Dovedindu-și valoarea în acest domeniu, știința a devenit o parte integrantă a noii civilizații capitaliste dominante. Ea a dobîndit o continuitate și o poziție pe care n-avea să le mai piardă vreodată. Importanța științei avea să crească în mod relativ și absolut pe măsură ce se constata că superioritatea economică și militară a civilizației europene față de vechile civilizații ale Islamului, Indiei și Chinei se datora realizărilor ei tehnice și că îmbunătățirea tehnicii necesita continua aplicare și dezvoltare a științei.

Anticii și modernii

Tocmai în acest domeniu al tehnicii, oamenii din secolul al XVII-lea s-au simțit superiori nu numai față de strămoșii lor din epoca Renașterii și din evul mediu barbar, ci și față de realizările aproape legendare ale grecilor și roma-

nilor antici. Părerea generală era că, chiar dacă oamenii moderni nu erau mai înțelepți sau mai buni, ei erau fără îndoială mai ingenioși și mai capabili să săvârșească lucruri pe care anticii nici nu le visaseră vreodată, cum ar fi tragerea cu tunul sau navigația spre America. Și mai importantă decât aceste înfăptuiri era conștiința că ele nu reprezentau decât un început și că pentru progresul posibil în această direcție nu exista nici o limită. Încă în 1619, Johan Valentin Andreae, profesorul lui Komenski, afirmase: „Este rușinos să te îndoiești de progres”, și această idee, atât de străină concepției medievale, și aproape străină celei clasice, își începuse marșul triumfal.^{4.40}

De fapt, lupta dintre antici și moderni s-a dat în modul cel mai fâțiș spre sfârșitul acestei perioade și s-a desfășurat, cu rezultate variate, în toate domeniile cunoașterii.^{4.41} Expresia ei care s-a bucurat de cea mai mare faimă a fost „Bătălia cărților” a lui Swift, în care modernii pierd lupta. Dar aici, ca și în „Călătoriile lui Gulliver”, Swift a navigat împotriva curentului. Oricât de frumos ar mai fi împodobit clasicii bibliotecile gentlemenilor, din punctul de vedere al realizărilor practice clasicii erau morți. Ei se mai puteau bucura de autoritate în ceea ce privește compunerea unei proze emfatică, dar nu mai puteau aduce nici o contribuție la filozofie, așa cum era înțeleasă în secolul al XVIII-lea.

Progresul era încă mai curînd un ideal decât o realizare. Marea perioadă de tranziție din secolele XV-XVII nu adusese nici o transformare revoluționară în modul de viață material. Aceasta rămînea încă o chestiune de viitor. A avut loc numai o redistribuire a bogăției și sărăciei. La sfârșitul acestei perioade, în Anglia și în Țările de Jos erau mult mai mulți oameni care se bucurau de bunăstare, decât la începutul ei, pe cînd în Italia se găseau, poate, mai puțini. Important era că metoda de sporire a averii prin transformarea ei în capital își croise drum printre restricțiile feudale, iar drumul pentru extinderea ei nelimitată era deschis. În prima fază a capitalismului, noul stimulent — obținerea profitului — a ridicat progresul tehnic la o înaltă prețuire. Noul sistem financiar a fost însă de la bun început greoi și nestabil. Comercianții și nobilii din secolul al XVII-lea, cu toată bogăția lor și cu tot interesul ce-l aveau uneori pentru știință, nu erau oamenii care să poată folosi bine noile posibilități; totuși ei au pregătit terenul pentru înflorirea unei categorii mai modeste de manufacturieri care, datorită științei, aveau să utilizeze și să dezvolte mijloacele tehnice tradiționale ale civilizației, făcîndu-le de nerecunoscut.

Revoluția în gândire

Ar fi însă cu totul greșit să se considere că forțele motrice ale științei au avut un caracter exclusiv utilitarist. Știința mai păstra încă mult din prestigiul politic și etic al filozofiei lumii antice, la care Renașterea adusese o contribuție atât de mare. Filozofia naturală, cum i se spunea, era o profesiune de seamă, chiar nobilă, iar protectorii ei, prin sprijinul pe care i-l acordau, contribuiau la gloria statului. Reprezentanții noii științe experimentale își dădeau seama că tocmai ei și nu scolasticii erau adevărații urmași ai anticilor; de fapt, singurele domenii ale lumii exterioare în care metodele lor se aplicau cu succes erau acelea care mai fuseseră cultivate înainte de greci. Dar, în timp ce matematica greacă era singurul instrument caracteristic al metodei științifice moderne, întreaga mișcare intelectuală a științei s-a născut din lupta împotriva filozofiei grecești, sub forma în care fusese adaptată în evul mediu pentru a sluji sistemului feudal acum perimat. În primele ei etape, noua știință experimentală a avut în mod necesar un caracter critic și distructiv. Mai târziu ea a urmărit crearea unei noi baze pentru o filozofie în mai multă armonie cu cerințele vremii. Ruptura cu trecutul n-a fost niciodată completă; respectul față de autoritatea religiei, atât cel de ordin interior, cât și cel impus de societate, era încă prea mare pentru a îngădui vreo abatere importantă de la schema generală a creației și mântuirii, acceptată deopotrivă de catolici și de protestanți. Totuși, schema guvernării divine a lumii a fost atacată în mod deschis de Bacon și de Descartes și în mod tacit de către filozofia mai circumspectă a lui Galilei și Newton. Aceste atacuri aveau să formeze în secolul următor baza criticii la care a fost supus întregul sistem al religiei.

TABELUL 4 *Revoluția științifică*

(cap. 7)

Acest tabel încearcă să prezinte câteva dintre trăsăturile esențiale ale dezvoltării științei raportate la dezvoltarea politică, economică și tehnică din aceeași perioadă. Am împărțit perioada 1400—1700 în mod uniform, dar am indicat și fazele respective din capitolul al 7-lea. Din tabel rezultă că cea mai mare parte a eforturilor științifice se concentrează asupra ultimei faze. Scoatem în evidență descoperirile și teoriile esențiale, de pildă sistemul heliocentric al lui Copernic, teoria lui Harvey despre circulația sîngelui, teoria gravitației universale a lui Newton. Tabelul arată numai interdependențele cele mai esențiale; alte legături, de pildă cele existente între descoperirea lui Harvey și experiențele științifice privitoare la pompe, nu sînt arătate în tabel. La sfîrșitul cărții, în tabelul 8, sînt arătate și unele dintre acestea.

T A B E L U L
Revoluția științifică

ANII	EVENTIMENTELE ISTORICE	FILOZOFIA	NAVIGAȚIA	MATEMATICA ȘI ASTRONOMIA
	<i>Autorități recunoscute</i> →	PLATON	GERSON	ARRHIMEDE ARISTARH PTOLEMEU
	<i>Autorități delronate</i> →	ARISTOTEL		
—1440	Renașterea italiană Academii platoniciene la Florența Mare dezvoltare a co- merțului și a mește- șugurilor	Umanității descoperă pe clasici	Hărțile lui Portolan Școala din Sagres Portughezii navighea- ză de-alungul coas- telor africane	Reînvierea matema- ticii grecești <i>Peurbach</i> . Renașterea astronomiei
(Capitolul 7.1—7.3)	Războaiele italiene		Columb descoperă A- merica Vasco da Gama ajunge în India	<i>Müller</i> . Anuar de navigație
1500	<i>Francisc I.</i> Colegiul Franței Reforma <i>Luther</i> <i>Calvin</i>	<i>Morus</i> , „Utopia”; <i>Vî- ves</i> , <i>Erasm</i> , <i>Rabekais</i> . Critica medievalis- mului	Magelan . Călătoria în jurul lumii	
—1540				
1550	Marea inflație		<i>Nunez</i> . Hărțile și na- vigația	SISTEMUL HELIO- CENTRIC al lui Copernic <i>Tartaglia</i> , <i>Cardan</i> . Renașterea algebrei
	Contrareforma Războaiele religioase în Franța		Problema longitudinii	
	Răscola din Țările de Jos	<i>Montaigne</i> . Scepticis- mul	<i>Mercator</i> . Hărți	
(Capitolul 7.4—7.6)	Epoca elisabetană Colegiul Gresham	<i>Bruno</i> . Pluralitatea luminilor	<i>Norman</i> . Deviația acului magnetic	<i>Vida</i> . Algebra sim- bolică <i>Tycho</i> . Observațiile astronomice exacte
1600	Începe dominația ca- pitalismului Academia dei Lincei Războiul de 30 de ani Războaiele civile din Anglia	Bacon . Filozofia expe- rimentală Gassendi Atomismul Descartes Filozofia mecanicistă <i>Hobbes</i> . Materialismul	Gilbert despre mag- net	Kepler . Orbitale planetare <i>Napier</i> . Logaritmi <i>Descartes</i> . Geometria analitică <i>Fermat</i> . Teoria nume- relor
	Întilniri informative între oamenii de știință în Anglia			
—1650	Societatea Regală în Anglia Ludovic al XIV-lea în Franța	<i>Spinoza</i> . Etica rațio- nală	<i>Guericke</i> . Electricita- te prin frecare	Newton . Calculul in- finitesimal TEORIA GRAVITA- ȚIEI UNIVERSALE
(Capitolul 7.7—7.9)	Academia de științe Alungarea hugheno- ților			<i>Leibniz</i> . Calculul di- ferențial
—1690		Leibniz . Armonia pre- stabilită	↓ Electricitate	↓ Fizică matematică

OPTICA ALHAZEN	MECANICA ȘI HIDRAULICĂ FILOPON ARISTOTEL	CHIMIA LULLUS	MEDICINA, FIZIO- LOGIA ȘI ȘTIIN- TELE NATURII ARISTOTEL GALENUS
Progrese în pictură și în înfățișarea pers- pectivelor	Progrese în domeniul metalurgiei, exploa- tării miniere și pompeilor	Primii pași în indus- tria chimică, alcoo- lul, praful de pușcă și alaiunul	
		Alchimia se transfor- mă în chimie	
Leonardo da Vinci Pictura științifică	Leonardo da Vinci Ingineria, lucrări hi- draulice		Leonardo da Vinci Schite de anatomie și istorie naturală
Dărer. Perspectiva	Dezvoltarea fabrică- rii tunurilor	Paracelsus. Benaște- rea chimiei Agricola. „De re me- tallica“	Paré. Chirurgia Vesalius. „Despre structura corpului uman“
	Tartaglia. Balistica Construirea de diguri, canale și ecluze în Olanda Stevin. Statica și hi- draulica		Servet. „Circulația pulmonară“ Colecționarea de o- biecte rare Dezvoltarea horticol- turii și a agriculturii
Opticienii inventează luneta			
Galilei. Observații cu luneta. Cele două sisteme principale Procesul lui Galilei	Pendulul, „Dună științe noi“, Dina- mica	Van Helmont. Gazele	
	Studiul științific al pompeilor		Harvey. Circulația sîngelui Reproducția anima- lelor Leeuwenhoek. Micro- biologia Malpighi. Anatomia microscopică
	Torricelli. Barometrul Guericke. Vidul Boyle. Legile gazelor Hooke. Fizica experi- mentală	Boyle. „Chimistul sceptic“ Arderea	Mayow. Teoria respi- rației John Ray Nehemiah Grew Clasificarea animale- lor și a plantelor
Newton, Teoria culo- rilor Römer. Viteza luminii Huygens. Teoria on- dulatoare a luminii			
Instrumente optice	Mașina cu abur	Chimia rațională	Biologia științifică

Paradoxul revoluției științifice constă în faptul că tocmai cei care i-au adus cele mai mari contribuții, și anume inovatorii în știință de la Copernic până la Newton, au fost și cei mai conservatori în concepțiile lor religioase și filozofice. Dacă n-au fost ortodocși, aceasta s-a datorat numai faptului că ei considerau că ortodoxismul se abătuse de la calea rațiunii. Ei erau de acord cu programul lui Toma d'Aquino de împăcare a credinței cu rațiunea, dar au fost obligați să-i respingă concluziile, deoarece schema lumii cu care își împăcase credința s-a dovedit acum vădit absurdă. Formele lor proprii de împăcare aveau să se dovedească și mai puțin trainice. Vremea dominației teologiei asupra științei luase sfârșit. Teologia mai putea încă să denatureze și să întârzie progresul științei, dar nu-l mai putea opri. Religia era în mod tacit redusă la sfera morală și spirituală. În sfera lumii materiale, revoluția științifică, dorită sau nedorită, se desfășura cu fermitate.

Consolidarea științei

În 1690 știința își ocupase definitiv locul cuvenit. Dobândise un uriaș prestigiu, cel puțin în păturile de sus ale societății acelei epoci. Își avea organizațiile ei în Societatea regală din Anglia și în Academia Regală de Științe din Franța, care erau strâns legate prin relații personale cu cercurile guvernante: parlamentul și familiile influente din partidul whigilor în Anglia și curtea regală în Franța. Influența științei se răspândea și în alte țări. Se crease o metodologie consecventă în domeniul experimentării și al calculelor, o metodă logică cu ajutorul căreia putea fi abordată, mai devreme sau mai târziu, orice problemă. Temeliile științei puteau fi mai târziu consolidate sau modificate, dar edificiul construit pe ele era stabil și, ceea ce era mult mai important, metoda generală de construire a ei era acum cunoscută și nu mai risca să fie din nou dată uitării.

Totuși, chiar în succesele metodei științifice inițiale se ascundeau elemente periculoase. Această metodă înglobase o mare parte din vechile idei care exercitaseră inevitabil o influență asupra gândirii primilor oameni de știință, integrându-le împreună cu noile concepții deduse din experiență în noua filozofie a științei. Tocmai această rămășiță inconștientă a trecutului apare în multe dintre teoriile științifice idealiste ale timpurilor noastre; și s-ar putea prea bine ca sarcina științei secolului al XX-lea să fie aceea de a năruie sistemul lui Newton, așa cum secolul al XVII-lea l-a năruit pe acela al lui Aristotel.

PARTEA A V-A

ȘTIINȚA ȘI INDUSTRIA

INTRODUCERE

Capitalismul și știința

Secolele XVIII—XIX au fost marile secole de formare a lumii moderne, secole care au apărut celor ce trăiau pe atunci ca o epocă eliberatoare în dezvoltarea omenirii, în care omul își găsisse, în sfârșit, adevărata cale spre prosperitate și progres nelimitat. Nouă însă, celor ce avem experiența frământărilor și transformărilor secolului al XX-lea, ele ne apar ca secole de pregătire, în cursul cărora s-au înfăptuit lucruri mari, cu prețul a nenumărate suferințe omenеști, pentru a crea o cultură grandioasă, dar instabilă. Aceste două secole cuprind perioada consolidării științei ca parte integrantă a noii civilizații industriale. Noile metode ale științei experimentale, elaborate în cursul revoluției științifice din secolul al XVII-lea, aveau să fie extinse asupra întregului domeniu al experienței omenеști și, în același timp, aplicațiile lor aveau să țină pasul cu marea transformare a mijloacelor de producție, denumită *revoluția industrială*, și s-o influențeze.

Revoluția industrială n-a fost în primul rînd, și desigur nu în primele ei faze, un produs al progresului științific, deși anumite realizări ale științei — în special mașina cu abur — aveau să constituie elemente esențiale ale succesului ei. Totuși, întreaga această mișcare a fost mult mai strîns legată de dezvoltarea și de trecerea sistemului economic al *capitalismului* de la faza de dominație a negustorilor și micilor industriasi la faza de dominație a marii finanțe și a industriei grele.

Nu este o întâmplare că formulările teoretice ale științei, transformările tehnice în domeniul industriei și dominația economică și politică a capitalismului s-au dezvoltat și au înflorit laolaltă în aceleași perioade și în aceleași locuri. Nu este însă cîtuși de puțin ușor să se clarifice relațiile dintre ele. În acea perioadă, procedeele tehnice, formele economice și cunoștințele științifice se dezvoltau și se transformau rapid; uneori părea că o ia înainte unul dintre aceste aspecte, alteori altul. Sarcina noastră, în special în această secțiune, constă în a încerca să arătăm care a fost rolul științei în transformările tehnice și economice, precum și să urmărim ce efect au avut aceste transformări asupra dezvoltării și caracterului științei. Aceasta se va putea vedea însă abia după un studiu mai amănunțit al diferitelor aspecte ale relațiilor dintre ele, iar concluziile nu vor putea fi discutate decît la sfîrșitul acestei secțiuni.

Se impune totuși ca la început să arătăm pe larg în ce au constat transformările sociale și economice din acea perioadă și astfel să putem avea suficientă perspectivă cînd apreciem transformările survenite în știință. Încă de la sfîrșitul secolului al XVII-lea, terenul era pregătit pentru o mai amplă dezvoltare a noului mod de producție, cel capitalist. Într-o regiune care nu reprezenta decît un mic colț al Europei, redus aproape numai la Anglia, Țările de Jos și nordul Franței, clasa mijlocie orășenească se eliberase, într-o măsură mai mare sau mai mică, de îngrădirile feudale; ea putea să finanțeze producția în vederea obținerii de profit, dispunînd pentru produsele ei de o piață din ce în ce mai largă în toate regiunile lumii pe care i-o deschisese noile călătorii pe mare. Producția continua să rămînă manuală și meșteșugărească, însă intra în tot mai mare măsură în sfera de control a negustorilor și *industriașilor* capitaliști, în timp ce meșteșugarii și țărani erau reduși treptat la situația de muncitori salariați.

Existența unei piețe în continuă creștere, paralel cu eliminarea în tot mai mare măsură a restricțiilor impuse industriei în urma destrămării breslelor orășenești, și cu apariția unui domeniu de investiții în întreprinderi rentabile, a stimulat apariția unor inovații tehnice, ca mașinile textile, precum și a unor invenții științifice revoluționare, ca mașina cu abur, care puteau să ducă la scăderea prețului de cost și la sporirea producției și a profiturilor. O mai bună organizare a muncii, diviziunea și specializarea operațiilor, sistemul de fabrică și, în sfîrșit, mașinile acționate mecanic, toate acestea au constituit mijloace de atingere a acestui scop, toate acestea au servit drept impuls social necesar

pentru răsturnarea metodelor de producție învechite. Odată început, acest proces a manifestat în a doua jumătate a secolului al XVIII-lea tendința de a se dezvolta și de a se extinde în alte domenii, datorită propriului său succes care avea ca bază temeinică noul capital generat de el. Spre mijlocul secolului al XIX-lea, stabilirea dominației capitalismului asupra întregii lumi era un fapt indiscutabil, dar tocmai acest fapt a dus la mai mult decât o simplă îngrădire a expansiunii sale. El a scos în evidență o instabilitate organică a capitalismului, de care nu se putea debarasa. Prin însăși natura ei, producția în scopul profitului nu a putut oferi niciodată noi și numeroasei clase de salariați generate de el suficiente bunuri sau posibilități de trai ca să-i poată asigura o prosperitate continuă (p. 812). Perioadele de avânt erau urmate de crize din ce în ce mai grave, iar concurența pentru cucerirea piețelor limitate a provocat rivalități internaționale. Totuși, prăbușirea sistemului capitalist avea să înceapă abia în secolul al XX-lea. În cea mai mare parte a perioadei de care ne ocupăm aici, progresul științei a avut loc pe baza unui capitalism industrial în plină dezvoltare, care tindea să apeleze tot mai des la ea.

Tehnica și știința

Deși la început schimbările survenite în tehnică și corespunzătoare cu nevoile economice s-au putut produce și s-au produs fără nici o intervenție a științei, adeseori s-a întâmplat ca simpla urmare a tendințelor existente să ducă la dificultăți neprevăzute, care nu au putut fi înlăturate decât recurgându-se la știință. De exemplu, o sursă naturală de aprovizionare ca aceea a coloranților vegetali ar fi putut deveni insuficientă prin simplul fapt al creșterii producției de țesături, creîndu-se astfel o cerere pentru un produs analog artificial, care nu putea fi descoperit decât cu ajutorul științei (p. 460). Sau, luînd un alt exemplu, trecerea de la fabricarea în casă la fabricarea pe scară industrială a berii ar fi putut provoca eșecuri dezastruoase, care au fost evitate numai făcîndu-se apel la știință (p. 474).

Acest rol subordonat al științei față de industrie — aproape un rol de infirmieră — s-a transformat, dobîndind spre sfîrșitul secolului al XIX-lea un caracter mai pozitiv. Idei care s-au născut din însăși structura științei au fost în așa fel dezvoltate, încît să creeze noi industrii. Prima și cea mai importantă dintre ele a fost ideea mașinii cu abur, *mașina filozofică*, de la începutul secolului al XVIII-lea; dar din momentul în care principiile generale ale funcțio-

nării ei au ajuns să fie bine cunoscute, fabricarea și folosirea ei au devenit o ramură practică a ingineriei. Abia spre sfârșitul secolului al XIX-lea au început să ia naștere industrii care de la bun început au fost și au rămas științifice, ca industria chimică și cea electronică; acestea au ajuns la deplina lor dezvoltare abia în secolul al XX-lea.

Cu tot aportul pe care l-a adus mașina cu abur, nu se poate susține că știința a constituit un factor principal în realizarea trecerii decisive de la producția manuală la producția mecanizată, care a avut loc în ultimul sfert al secolului al XVIII-lea. Dar această nouă metodă de producție s-a dovedit a fi un puternic stimulent al cunoașterii științifice. În secolul al XIX-lea, situația a început să se schimbe. Știința a devenit un factor principal în înfăptuirea progreselor tehnice. Integrarea ei deplină în mecanismul producției a trebuit să aștepte până în secolul al XX-lea.

În această perioadă, legătura dintre știință și istoria societății nu se limitează însă numai la rolul ei în procesul de producție. Noua formă a societății, bazată pe schimbul în bani, începea să se contureze, punând accent pe libertate și pe inițiativa particulară, spre deosebire de evul mediu, cu sistemul său rigid și cu răspunderea sa socială. Deși avantajele acestei societăți aveau un caracter limitat, de clasă și național, ea avea nevoie de un nou sistem de idei care s-o explice și s-o justifice. Aceste idei le-a găsit, în mare măsură, în metodele și rezultatele noilor științe, care, la rândul lor, au fost profund, deși inconștient influențate în elaborarea teoriilor lor de opiniile sociale predominante.

Revoluția științifică și revoluția industrială

Ideea de a delimita revoluția industrială de la începutul secolului al XVIII-lea de revoluția științifică din secolul al XVII-lea ar putea să pară întrucâtva arbitrară. Firește că nu punem în discuție neîntrerupta continuitate dintre ele și ar putea să pară mai potrivit a le considera drept faze succesive în cadrul unei mari transformări. Cred, totuși, că această delimitare nu este pur convențională. Între cele două perioade există o vădită deosebire calitativă. În prima perioadă, schimbarea fundamentală s-a produs în domeniul concepțiilor, în cea de-a doua în domeniul practicii. Ar fi tentant să considerăm acest fenomen ca o legătură dintre cauză și efect, dar relațiile reale sînt, așa cum mă voi strădui să demonstrez, mult mai complexe. Într-o anumită măsură, cele două evoluții — a cunoașterii și a putinței — s-au desfășurat paralel, sub impulsul unor factori lăuntrici indepen-

denți, dar acționînd în permanență una asupra altuia, în special în perioadele de progres rapid (p. 871 și urm.). Spre sfîrșitul secolului al XVII-lea se face simțit un al treilea factor, economic : acțiunea capitalismului în industrie. Acesta este factorul pe care trebuie să-l avem în vedere cînd examinăm trecerea de la știința din secolul al XVII-lea — matematica, astronomia, medicina — la știința din secolul al XVIII-lea : chimia, căldura, electricitatea.

Natura interacțiunii complexe dintre știință, industrie și societate va apărea, cred, mult mai clar din exemplele oferite de istoria acestei interacțiuni, expusă în următoarele două capitole.

Faze și aspecte ale dezvoltării industriei și științei

Pentru a urmări concret această interacțiune într-o perioadă atît de complexă și de bogată în evenimente fără a pierde din vedere unitatea și continuitatea procesului istoric, cea mai bună metodă pe care am putut-o găsi a fost folosirea unui dublu sistem de împărțire, pe perioade și pe teme, efectuînd un fel de clasificare încrucișată. Aceste două împărțiri vor fi expuse succesiv în capitolele 8—9, urmate de o concluzie generală.

Împărțirea în subperioade, în capitolul al 8-lea, a constituit o operație deosebit de dificilă, în parte pentru că abundența datelor disponibile îndeamnă la o subdivizare amănunțită, dar în și mai mare măsură din cauza imposibilității de a găsi o împărțire aplicabilă simultan istoriei, politicii, economiei, tehnicii și științei. Din punct de vedere politic, de pildă, este evident că cea mai importantă linie de demarcație este cea a revoluției franceze și a războaielor napoleoneene. Aceste războaie n-au provocat însă o întrerupere a continuității, ci mai curînd o intensificare generală a activității științifice. Pe de altă parte, deceniul 1760—1770 reprezintă un punct de cotitură în istoria tehnicii și științei (p. 392), în timp ce nu prezintă mare însemnătate în domeniul politicii. Uneori diviziunile coincid aproximativ, ca în 1831, cînd reforma din domeniul politicii s-a produs simultan cu cea din domeniul științei, însă nicidecum întrîmplător, întrucît ele au fost susținute de aceiași oameni și sprijinite de aceleași mișcări populare (p. 392).

În cele din urmă m-am hotărît să împart întreaga perioadă în patru faze principale. Prima este faza de tranziție, sau latentă (8. 1), care a dus la revoluția industrială (1690—1760). Faza a doua (8.2—8.4) cuprinde întreaga perioadă a revoluției franceze (1760—1830). Această fază este tot atît

de revoluționară în tehnică și în știință pe cît este și în politică, cuprinzînd principalele progrese ale revoluției industriale și ale revoluției în chimia gazelor și în chimie în general, cedînd locul întîi în ce privește importanța numai revoluției în domeniul matematicii și mecanicii din secolul al XVII-lea.

Faza a treia (8.5—8.6) cuprinde mijlocul secolului al XIX-lea (1830—1870), care poartă denumirea de epoca de aur a capitalismului. În sfîrșit, faza a patra (8.7—8.8) este o fază de foarte scurtă durată (1870—1895), care a marcat în lumea largă începutul imperialismului modern, iar în știință perioada de tranziție premergătoare mării revoluții științifice din secolul al XX-lea.

Faza a doua și a treia cuprind două intervale însemnate de progres și triumf al științei. Primul a reprezentat, după epoca eroică a secolului al XVII-lea, un fel de răgaz în activitatea științifică, un moment de respirație și de pregătire pentru progresul ce avea să vină. Același caracter, oarecum diferit, l-a avut și faza a patra; totuși, în ambele cazuri, cei care au lucrat în acele vremuri simțeau că desăvîrșesc un mare edificiu: în primul caz edificiul fizicii newtoniene, în celălalt caz marea sinteză din domeniul fizicii datorată lui Faraday și Maxwell, precum și sintezele tot atît de importante în domeniul biologiei, realizate de Darwin și Pasteur.

Chiar și în cazul unei asemenea împărțiri a acestei perioade, o privire generală asupra științei în cadrul ei istoric, așa cum a fost prezentată în capitolele precedente, nu mai este suficientă pentru a înfățișa o imagine potrivită a diferitelor ei discipline, pe care de a se separa tot mai mult. În acest scop, în capitolul următor (9) se încearcă a se urmări dezvoltarea a cinci dintre principalele orientări ale progresului tehnicii și științei de-a lungul secolelor XVIII-XIX. Aceste orientări sînt: 9.1. „Căldura și energia“, inclusiv istoria mașinii cu abur; 9.2. „Construcțiile de mașini și metalurgia“, cu referiri speciale la fier și la oțel; 9.3. „Electricitatea și magnetismul“; 9.4. „Chimia“, și 9.5. „Biologia“.

În fiecare secțiune se urmărește să se scoată în evidență coeziunea internă și tradiția continuă a cîmpului de activitate, să se ilustreze corelația dintre factorii economici, tehnici și științifici și să se sublinieze corelația dintre diferitele ramuri ale științei și tehnicii. Abia după încheierea expunerii ambelor diviziuni pe perioade și teme va urma o încercare de a îmbina cele două moduri de tratare și de a trage din ele concluzii generale cu privire la poziția și la influența științei în această perioadă hotărîtoare de transformări sociale și științifice.

ANTECEDENTELE ȘI CONSECINȚELE REVOLUȚIEI INDUSTRIALE

8. 1. Stagnarea de la începutul secolului al XVIII-lea (1690-1760)

Avântul inițial care a dat naștere științei în epoca Renașterii și i-a stimulat dezvoltarea în cursul puternicei ei înfloriri la mijlocul secolului al XVII-lea părea că slăbește și se stinge treptat spre sfârșitul acestui secol. La câțiva ani după publicarea „Principiilor” lui Newton în 1687 și de fapt, chiar înainte ca acestea să fi fost scrise, s-a simțit o scădere a efortului științific și o epuizare a curiozității. Această curbă descendentă a progresului științific a fost un fenomen general, nu unul limitat doar la Anglia, deși, firește, prin faptul că știința atinsese acolo un atât de înalt nivel de dezvoltare la începuturile creării Societății Regale, acest fenomen a apărut cu mai multă claritate în această țară.

Într-o anumită măsură, această acalmie poate fi atribuită unor cauze lăuntrice, proprii lumii științifice. Prestigiul lui Newton a dat științei o orientare care avea să rămână sterilă timp de mulți ani, datorită tocmai caracterului desăvârșit al lucrărilor lui Newton și distanței cu care își depășise contemporanii. De fapt însă, încetinirea progresului științific într-o măsură considerabilă în Anglia și într-o măsură mai mică în restul lumii științifice s-a datorat unor factori de ordin social și economic. După clasa care pornise mișcarea științifică din secolul al XVII-lea, comercianții din păturile de sus, interesați pe atunci să folosească în navigație, comerț și manufactură noile metode bazate pe realizările științei, a urmat o nouă generație, mai bogată, mai puțin întreprinzătoare, mai puțin curioasă și mai mulțumită de sine. Această nouă generație, prima aristocrație a whigilor,

socotea că cea mai sigură investiție erau moșiile, iar pasiunea pentru speculații și-o satisfăcea în faimoasele panamale, ca afacerea cu insulele din mările Sudului. Clasa ce avea să-i urmeze la putere — industriașii în ascensiune, dar neînsemnați deocamdată —, care aveau să înfăptuiască mai târziu revoluția industrială, încă nu erau conștienți de posibilitățile și nici măcar de existența științei. În tot cursul primei părți a secolului al XVIII-lea, ei s-au ocupat de dezvoltarea și de aplicarea metodelor tehnice îmbunătățite, bazate încă în cea mai mare parte pe munca manuală, ceea ce i-a ajutat să facă față un timp cererii mereu crescînde de țesături și produse finite.

Aceste schimbări și-au găsit oglindirea în Olimpul științei, Societatea Regală; imboldul de a sluji comerțul s-a stins treptat, iar societatea însăși a trăit zile destul de grele. Conrad von Uffenbach, care a vizitat Societatea Regală cu sediul la Colegiul Gresham în 1710, scrie astfel despre colecția ei de instrumente:

„...Nu numai că nu domnește nici o rînduială sau curățenie, dar instrumentele sînt acoperite de praf, murdărie și funingine, iar unele dintre ele sînt defecte, sau complet distruse“.

Și în continuare:

„Dacă întrebi de vreun instrument, persoana care călăuzește pe vizitatori răspunde de obicei: «l-a furat un netrebnic», sau îți arată bucăți din el, spunînd «este ruginit sau defect»; aceasta este grija pe care o poartă ei bunurilor“.^{5.12 a}

Societatea trecea prin serioase dificultăți financiare, iar o anchetă făcută în 1740 vedește că un mare număr de membri încetaseră să-și mai plătească cotizațiile.^{4.11}

În acest timp însă, deși știința trăia o perioadă de oarecare stagnare, transformările în tehnică nu încetaseră, iar progresul de la începutul secolului al XVIII-lea pare lent numai în comparație cu vastele transformări care se produsese în câteva decenii datorită revoluției industriale. Unele dintre aceste transformări, care începuseră să se contureze destul de clar în Anglia la începutul secolului, aveau să se dovedească de o importanță considerabilă pentru viitorul industriei și al științei.

O transformare însemnată a fost îmbunătățirea rapidă a metodelor de muncă în agricultură, care, adaptate după cele aplicate de olandezi în secolul al XVII-lea (p. 334), s-au răspîndit cu repeziție în Anglia și au contribuit la sporirea rentabilității fermelor producătoare de marfă. Aplicarea acestor metode îmbunătățite a devenit posibilă datorită, pe de o parte, capitalurilor disponibile provenind din surse comerciale, care au putut fi investite în pămînt, iar pe de altă parte dezvoltării rapide a orașelor, în primul

rind a Londrei, care asigura o piață stabilă pentru grîne, carne și legume. Reprezentînd din punct de vedere tehnic un progres, aceste transformări au fost din punct de vedere social, nedrepte și crude, deoarece prin actele de împrejmuire a terenurilor au dus la deposdarea unei țărâni cu drepturi tradiționale, fie și ciuntite, asupra pămîntului și cu mijloace și mai slabe de a-l cultiva.^{6.38}

O altă transformare de importanță vitală a fost dezvoltarea rapidă a unei noi industrii grele, avînd la bază utilizarea cărbunelui, cu metode îmbunătățite în ce privește minieritul și transporturile și cu metode absolut noi de producere a fierului și a oțelului. O realizare științifică, folosită inițial la evacuarea apei din mine, mașina cu abur (p. 417), a marcat un pas decisiv, ca și o altă realizare tehnică, și anume producerea fierului cu ajutorul cocsului obținut din huiă, în locul străvechiului mangal (p. 284), operație efectuată pentru prima oară, într-un mod aproape neobservat, de quakerul Abraham Darby în 1709. Realizările menționate s-au limitat însă la domenii minore ale industriei și n-au luat proporțiile unei revoluții industriale, deși au fost precursorarele ei necesare.

Această fază marchează adevărata trecere, fără nici o posibilitate de revenire, de la vechea economie bazată pe agricultură la economia bazată pe zăcămintele de cărbuni, de la o economie a alimentației la o economie energetică sau, cum s-a exprimat Patrick Geddes, de la era *eotehnicii* la aceea a *paleotehnicii*.^{5.34} Acest lucru este valabil însă numai pentru regiunile în care noua tehnică s-a dezvoltat impetuos, adică pentru regiunile carbonifere și pentru cele din apropierea acestora. Transformările radicale se limitau, în bună parte, la Anglia, deși în țările producătoare de fier avea loc o dezvoltare independentă a industriei de mașini, ca bunăoară fabricile de laminat și tăiat ale lui Polhammer (1661—1751) din Suedia,^{5.84 ; 5.10 ; 6.35} și folosirea mașinii cu abur la prelucrarea fierului de către Polzunov (1758) în Ural.^{5.19}

Trecerea la o economie bazată pe cărbune nu numai că avea să schimbe raportul de forțe dintre nordul și sudul Angliei, dar avea să constituie și un factor important în transformarea fulgerătoare a Scoției într-o forță industrială și intelectuală de primul rang.^{5.4} Cu toată vechimea tradițiilor ei și cu toată mișcarea calvinistă din secolul al XVI-lea, Scoția nu ținuse pasul cu dezvoltarea rapidă a Angliei în secolul al XVII-lea. Îi lipseau resursele necesare pentru o revoluție industrială timpurie. Situația s-a schimbat radical de îndată ce oamenii și-au dat seama de avantajele

pe care le oferea cărbunele. Tocmai starea de sărăcie a țării, îmbinată cu o înaltă cultură și cu tradițiile puritane, au făcut ca, odată ideea de îmbunătățire acceptată, să nău mai poată fi ținută în loc — așa cum s-a întâmplat în Anglia — de mulțumirea de sine și de ignoranță.

În afară de aceasta, tot datorită calvinismului, Scoția stabilise legături științifice cu Olanda, în special cu Universitatea din Leyda, asigurându-și un aflux permanent de oameni bine pregătiți, mai ales în medicină, care includea și chimia. Discipol al lui van Helmont, marele Boerhaave (1668—1738), profesorul care a pregătit jumătate din chimiștii Europei, a exercitat o deosebită influență în Scoția, unde elevii săi au avut un rol de frunte în introducerea științei în universități. În secolul al XVIII-lea, universitățile din Scoția se deosebeau considerabil de surorile lor din Anglia; ele au devenit centre active ale progresului științific, care încercau prin toate mijloacele să lege practica de teorie (p. 374). ^{5.44}

În timp ce Scoția și Anglia se apropiau rapid de revoluția industrială, procesul de dezvoltare, chiar într-o țară atât de înaintată ca Franța, continua să se desfășoare pe vechiul făgaș. Acolo se dezvolta neîncetat producția manuală de o înaltă calitate, cu o considerabilă diviziune a muncii și cu o productivitate mai mare decât în Anglia, însă nu se făcea nici o încercare de a se folosi pe scară largă mașinile, cu excepția lucrărilor hidraulice pe domeniile regale.

Știința la modă în Franța. „Filozofii“

Totuși, în aceeași perioadă, în Franța activitatea științifică a cunoscut un avânt impetuos, deși acesta a fost de cu totul altă natură decât cel din Anglia. În esență, acest avânt a fost, pe de o parte, o expresie a interesului pentru știință al unor aristocrați plictisiți, care nu se ocupau în mod practic de moșiile lor, ca cei din Anglia, ci își petreceau timpul în cercurile de la curte, iar pe de altă parte un mod în care, în Franța, clasa mijlocie în ascensiune, având în fruntea ei funcționari administrativi și juriști, își manifesta nemulțumirea față de starea de lucruri existentă. Știința era la modă și în același timp revoluționară. Este simptomatic faptul că omul care a introdus filozofia newtoniană în Franța n-a fost altul decât Voltaire (1694—1778). ^{5.54a}

O mare parte din eforturile depuse de amatorii de știință — naturaliști sau „filozofi“ — s-a consumat în critica instituțiilor existente, care se simțeau că stânjenesc dez-

voltarea economică și politică a țării. A existat, totuși, un interes crescând pentru industrie, dar, spre deosebire de Anglia, acesta pornea de sus, după modelul secolului al XVII-lea. Réaumur (1683—1757), de pildă, un om de o mare inteligență și cu multiple preocupări, a întreprins între 1710 și 1720 îndelungate cercetări științifice în domeniul industriei oțelului (p. 432). Dat fiind însă că aceste cercetări n-au prezis nici un răsunet într-o industrie dominată de tradiție, rezultatele descoperirilor sale n-au creat o industrie a oțelului în Franța, ci au fost preluate cu peste 100 de ani mai târziu de fabricanții de oțel englezi, care le-au folosit în avantajul lor.

Răspîndirea științei în Europa :

Prusia, Suedia, Rusia

Tot în această perioadă, interesul pentru știință a trecut mult dincolo de hotarele grupului de țări format de Franța, Anglia și Olanda, care o monopolizaseră în secolul al XVII-lea. Au fost întemeiate academii, după modelul englez și francez, în diferite regate ale Germaniei și în Austria, datorită strădaniilor lui Leibniz, filozof universal, iar mult mai târziu sub patronajul excentricului amator de știință și poezie, regele Frederic cel Mare al Prusiei. Spre mijlocul secolului, nici o curte nu putea fi socotită completă fără academia ei de arte și științe, în care academicienii, de obicei destul de neregulați plătiți, trebuiau să se întrecă în a câștiga favoarea principelui, producându-se cu ode apologetice sau cu experiențe amuzante. *

Țările nordice, Suedia și Rusia, și-au semnalat de asemenea noua lor importanță militară și economică prin întemeierea de academii. Acestea aveau să îndeplinească însă, de la bun început, o funcție diferită de aceea a societăților culturale din celelalte țări europene. Ele se preocupau, în mare măsură, de studiul științific al marilor resurse de materii prime ca lemnul, păcura și cînepa, fierul și diferite mineuri, care toate erau foarte cerute, datorită creșterii rapide a comerțului maritim cu care aceste țări tocmai începuseră să se îndeletnicească. Petru cel Mare a introdus știința, ea fiind unul dintre aspectele planului său de creare a unei Rusii independente din punct de vedere economic și militar.^{6.65} Deși la început a trebuit să completeze cadrele academiei cu străini, în cea mai mare parte germani și francezi, printre care și un rege al matematicienilor, elvețianul Euler (1707—1783), el a urmărit să creeze un corp științific cu adevărat național. Succesul avea să vină abia după sfîrșitul domniei

sale, o dată cu opera de o viață întreagă a celui gigant intelectual al secolului al XVIII-lea, Mihail Lomonosov (1711—1765), poet, tehnician și fizician, primul dintr-o serie de mari oameni de știință ruși (p. 451). 5.59 ; 5.73

Consolidarea științei : influența lui Newton

Dacă se ține seama de aceste transformări sociale și culturale, nu este surprinzător că în cea mai mare parte a secolului al XVIII-lea tendințele în știință au fost diferite de cele ale secolului al XVII-lea. Într-o epocă mai aristocratică nu se punea prea mare accent pe utilitatea științei, deși aceasta n-a fost niciodată subestimată, așa cum o dovedesc cercetările lui Réaumur și Hales (p. 451), dar spre sfârșitul secolului ea avea să treacă mai mult ca oricând pe primul plan. La începutul secolului s-a impus mai mult latura distractivă și instructivă a științei. Nu se mai purtau dispute cu biserica ; atît cea protestantă, cît și cea catolică se retrăseră într-o îngăduitoare indiferență. În orice caz, știința se consolidase ; ea devenise o instituție, dobîndise o tradiție lăuntrică proprie.

Datorită lui Newton, astronomia matematică a fost temeinic consfințită ca ramură principală a științei și neconținut studiată în tot cursul secolului, cu mult mai mult succes în Franța decît în țara ei de origine, Anglia, unde prestigiul marelui om de știință avea un efect întrucîtva paralizant. De fapt, la teoria newtoniană nu s-a adăugat nici o contribuție însemnată în domeniul fizicii, însă principiile mecanicii au fost generalizate și îmbinate cu o nouă matematică, datorită în mare măsură lui Leibniz. Această îmbinare avea să se dovedească un mijloc eficace pentru rezolvarea problemelor mai complexe care s-au pus mai tîrziu în diferitele ramuri ale fizicii, în special la studiul electricității și al căldurii. Marile generalizări în mecanică, făcute de Euler, d'Alembert, Maupertuis, Lagrange și Laplace, aveau să constituie baza revoluției din matematică și fizică în secolul al XX-lea.

Noi preocupări : electricitatea și botanica

Deși tocmai aceste cercetări aduseseră științei întregul ei prestigiu, progresele importante imediate n-au constatat în adîncirea, ci în lărgirea domeniului ei de preocupări. La începutul și spre mijlocul secolului al XVIII-lea, contribuțiile importante aduse în știință au fost cele din domeniile *electricității* și *botanicii*, prima fiind o ramură cu totul nouă a ști-

inței, iar cealaltă o reînviere și o nouă formulare a unei alte ramuri, aproape celei mai vechi a științei. În primele lor etape, ambele au manifestat o tendință categoric diferită de tendința spre matematică și mecanică a secolului al XVII-lea, orientându-se spre domenii mai variate și de mai mică rigurozitate (p. 434 și urm., 465 și urm.).

Studiul electricității a început ca o ocupație plăcută, dar nefolositoare, prilejuind o serie de experiențe noi, interesante și spectaculoase. Franklin a fost acela care, inventând para-trăsnetul, a adus literalmente electricitatea din cer pe pământ și a prevăzut viitoarea ei importanță. În secolul al XVIII-lea, botanica a trecut dincolo de limitele grădinii de plante medicinale din care medicii își preparau doctoriile și, sub influența lui Linné, s-a răspândit pretutindeni în lumea largă, intensificând înclinațiile de reîntoarcere la natură ale unei aristocrații blazate și ale unei burghezii nemulțumite.

O dată cu botanica a reînviat și interesul pentru colecții de tot felul: monede, minerale, fosile, cât se poate de potrivite pentru a împodobi cabinetele nobililor, și care aveau să se transforme mai târziu în noi muzee. Custozii acestor colecții au ajuns să formeze un nou grup de oameni de știință, de la bogatul și respectatul sir Hans Sloane (1660—1753), ale cărui colecții excelente au constituit nucleul lui British Museum,^{5.16} până la nu prea cinstitul Raspe (1737—1749), care s-a bucurat de dubla faimă de a fi fost exclus din Societatea Regală și de a fi scris povestirile baronului Münchhausen.^{5.17}

Noua orientare în filozofie

Începutul secolului al XVIII-lea a fost în primul rând o perioadă în care uriașul progres științific din secolul al XVII-lea a fost asimilat și prelucrat. În fața filozofilor din secolul al XVII-lea stătuse sarcina de a dovedi că există o alternativă a tabloului olasic-religios al lumii, existent în evul mediu, și au găsit-o în lucrările profetice ale lui Bacon și Descartes, proclamând triumful științei noi. Pe de altă parte, filozofii din secolul al XVIII-lea au putut accepta ca ceva de la sine înțeles tabloul științific al lumii pe care li-l oferise Newton. Sarcina lor a constat în a-l extinde și a-i pune de acord descoperirile și, mai mult încă, starea lui de spirit cu noul sistem politic și economic care începea să se contureze în vremea lor.

La început ei au pledat pentru acceptarea unei orientări noi și raționale. Locke, om de știință și medic, lăsând un loc mic supranaturalului, saluta domnia legii, a legii științifice a lui Newton și a legii civile stabilite de revoluția consti-

tuțională din 1688. Leibniz, cu toate calitățile sale de matematician și filozof și cu toate pledoariile sale în favoarea instaurării păcii în Europa, era în fond un gânditor medieval. El a formulat doctrina „armoniei prestabilite”, foarte puțin diferită de providența clericilor, și proclama teza potrivit căreia „totul este foarte bine în cea mai bună dintre lumile posibile”. 5.59a

Totuși, această lume n-a rămas neschimbată. Filozofii de mai târziu și-au dat seama că în acest tablou perfect ceva nu este în ordine. În interesul religiei oficiale, idealistul irlandez Berkeley a negat realitatea lumii și a științei, care nu ar exista decât în ochii lui Dumnezeu. La vremea sa, această concepție a avut prea puțină influență, dar avea să devină o bază a reacțiunii în secolul al XX-lea. Scepticul Hume a re-purtat un succes mult mai mare demonstrând că nu putem cunoaște nimic cu certitudine, mai ales în ce privește dogmele religiei. Cinicul Voltaire a mers și mai departe, îndreptînd atacul împotriva bisericii însăși, în numele rațiunii și al binelui. Pe măsură ce secolul se apropia de sfârșit, filozofia tindea să se ocupe tot mai mult de reforme sociale și economice și să pregătească drumul revoluției franceze (p. 740 și urm.).

8. 2. Știința și revoluțiile (1760—1830)

A doua fază a perioadei de care ne ocupăm cuprinde 70 de ani, care au avut o importanță deopotrivă de hotărîtoare atît pentru știință, cît și pentru politică. Comparabilă cu secolul al XVII-lea în ce privește importanța științifică, ea l-a depășit cu mult din punctul de vedere al rezultatelor imediate și practice. Această fază cuprinde revoluția industrială din Anglia și revoluțiile politice din America și Franța.

Războaiele revoluționare o împart într-adevăr în două, deși ele nu întrerup continuitatea în dezvoltarea științei și tehnicii. Primii 40 de ani, 1760—1800, au fost martori ai tuturor acestor evenimente, precum și ai izbucnirii și desăvîșirii unei alte revoluții în știință: revoluția în pneumatică. Aceasta, împreună cu descoperirea producerii curentului electric, avea să creeze practic o chimie nouă și rațională. A doua parte a acestei faze, între 1800 și 1830, deși mai puțin rodnică în noi idei științifice sau politice, a fost o perioadă de mare vigoare și dezvoltare a tuturor domeniilor activității practice omenești.

Legătura dintre aceste aspecte diferite ale transformării sociale nu a fost întîmplătoare. Într-adevăr, cu cît le exami-

năm mai atent, cu atât mai încurcate ne apar firele care au legat în acest timp știința, tehnica, economia și politica într-un sistem unic de transformare a culturii. Această perioadă este hotărâtoare pentru dezvoltarea omenirii. Atunci s-a înfăptuit cotitura hotărâtoare în luarea în stăpânire a naturii de către om, atât prin înlocuirea muncii manuale cu numeroase mecanisme, cât și a forțelor mai slabe ale omului și animalului, a forțelor nestabile și mărginite teritorial ale vântului și apei, cu forța aburului. Cele două transformări fundamentale din secolele XVI—XVII, care au făcut posibile transformările din secolul al XVIII-lea, au fost nașterea științei experimentale cantitative și introducerea metodelor de producție capitaliste. În epoca în care s-au produs, aceste transformări nu au avut aproape nici o legătură una cu alta.^{4.64} Domeniul în care știința a adus cele mai mari foloase și care a constituit principalul ei stimulent a fost navigația, auxiliar indispensabil al comerțului, dar numai indirect legat de producție. Marele efort conștient al oamenilor de știință din secolul al XVII-lea, de curînd grupați în societățile și academiile lor, n-a adus aproape nici un folos practic imediat în ce privește îmbunătățirea manufacturilor sau a agriculturii (p. 283 și urm.). Dimpotrivă, sfîrșitul secolului al XVIII-lea avea să aducă îmbinarea inovațiilor științifice și capitaliste, iar interacțiunea lor avea să descătușeze forțe care ulterior au transformat capitalismul și știința și, o dată cu ele, viața tuturor popoarelor lumii.

Deși există suficient material și chiar analize corespunzătoare în legătură cu transformările de ordin politic, economic, tehnic și științific din secolul al XVIII-lea, aceste cercetări au rămas în mare măsură separate unele de altele, iar o analiză de ansamblu a lor urmează abia să fie scrisă. Ar fi imposibil s-o facem în volumul de față; tot ce se poate este să încercăm să prezentăm dezvoltarea științei pe baza evenimentelor economice și politice și să urmărim în ce măsură a fost influențată ea de celelalte aspecte ale vieții sociale din acele vremuri și în ce măsură le-a influențat ea la rîndul ei.

Revoluția industrială

Se pare că Engels a folosit prima oară termenul de „revoluție industrială”, încă în 1844,^{5.30} deși el a fost consacrat abia mai târziu de Toynbee.^{5.91} Într-adevăr, pentru a caracteriza transformarea productivității în domeniile manufacturii în care a apărut pentru prima oară, nu poate fi folosit nici un alt termen decît revoluție. Producția de articole de bumbac a sporit între 1766 și 1787 de cinci

ori, 5.14a * ceea ce a avut o influență categorică și aproape instantanee asupra comerțului, agriculturii și populației. Pretutindeni unde influența acestei revoluții atingea o nouă țară, se constata un mare salt în creșterea producției față de situația dinainte.

În țara ei de origine, revoluția industrială a fost limitată la un spațiu restrâns ; aproape toate marile evenimente legate de ea au avut loc în centrul și nordul Angliei, în majoritatea cazurilor în imediata vecinătate a orașelor Birmingham, Manchester, Leeds, Newcastle și Glasgow. Deși revoluția industrială are toate trăsăturile unui proces exploziv declanșat de un anumit concurs de împrejurări, care a determinat locul și timpul în care s-a produs, ea reprezintă și faza finală a creșterii neîncetate a producției în cei 70 de ani premergători. Din punct de vedere economic, această revoluție pare să fi fost determinată de lărgirea continuă a pieței de desfacere a produselor industriale, în special textile, ceea ce, la rândul său, a fost în mare măsură o consecință a dezvoltării navigației și a expansiunii coloniale din secolul al XVII-lea.

Cărbunele și fierul

Îmbinarea premizelor economice și politice necesare unei transformări radicale în producție a fost deosebit de favorabilă în Anglia. Acolo și nu în Franța industria a avut posibilitatea să se dezvolte în voie în concordanță cu cererea, deoarece restricțiile impuse atât de feudalism, cât și de monarhie fuseseră lichidate de revoluțiile din secolul al XVII-lea. Un alt avantaj specific pentru Anglia l-a constituit, oricât de paradoxal ar putea să pară, lipsa lemnului, combustibilul de bază și principalul material de construcție în toate civilizațiile precedente. Această lipsă a impus extinderea folosirii drept combustibil a cărbunelui, calitativ inferior, dar mai ieftin, iar mai târziu, în construcții, a fontei, material mult mai scump, dar mai bun (p. 284). Producția lor a crescut rapid spre sfârșitul secolului al XVIII-lea, și atât mașinile, cât și metodele aplicate în minerit și în metalurgie au fost considerabil îmbunătățite, datorită în parte unui nou impuls dat de știință, îndeosebi prin oameni ca Roebuck, Black, Smeaton și Watt (p. 419). Au fost de asemenea îmbunătățite căile de transport, în special canalele.

Mecanizarea industriei textile

Revoluția industrială în sine nu-și are originea în dezvoltarea industriei grele și a transporturilor : ea s-a produs și s-a putut produce numai datorită progresului din cadrul prin-

cipalei industrii a Angliei și, de fapt, a tuturor țărilor în acea vreme, și anume a industriei textile. În timp ce cererea de țesături creștea atât pe piața internă, cât și pe cea externă, vechea industrie, încâtușată de negustorii și de breslele din sudul Angliei, nu se mai putea dezvolta destul de rapid; posibilitatea de a plăti salarii mici și eliberarea de restricții o atrăgeau spre nord. Acolo, mai întâi în Yorkshire,^{9,10} apoi în Lancashire, ea a găsit și alte avantaje: forța hidraulică aplicabilă în anumite operații, cum ar fi acționarea pivelor, și cărbunele, care ajuta la spălat și la vopsit. În 1750 industria a început să prelucraze o nouă fibră, bumbacul. Până atunci, țesăturile de bumbac fuseseră importate din India, iar când importul lor fusese interzis la stăruințele fabricantilor de țesături, a devenit extrem de necesară fabricarea lor în țară. Bumbacul brut putea fi cultivat în noile plantații din America, dar reclama o nouă tehnologie și nu era legat de vechile tradiții ale lînii. Bumbacul a fost prelucrat inițial în districtul sărac Lancashire, foarte potrivit pentru aceasta, datorită climei sale umeze. Acolo cererea de fire a depășit curînd capacitatea vechiului tors manual.

S-au făcut unele încercări izolate de a folosi în domeniul textilelor mașinile (fig. 11), și chiar cele acționate mecanic, ca mașina de tricatat ciorapi și mașina de filat mătase a lui Lombe din 1719. Aceste încercări, deși au fost încununate de succes, nu s-au răspîndit, întrucît produsele aveau de acoperit doar o piață restrînsă. În industria bumbacului existau perspective nemărginite pentru înlocuirea muncii manuale prin mașini. Marile invenții, mașina de filat „Jenny” a lui Hargreaves din 1764, mașina de filat hidraulică a lui Arkwright din 1769 și mașina de filat subțire a lui Crompton din 1779 au făcut prima spărtură reală în vechile metode tehnice manuale, la început prin multiplicarea acțiunii mîinii și apoi prin folosirea forței în procesul primar al torsului.^{5,10 : 5.08} Productivitatea relativ foarte mare a acestor mașini a dus la extinderea folosirii lor pe o scară atât de mare, încît a forțat la maximum capacitatea micilor cursuri de apă care le acționau; în 1785 s-a făcut ultimul pas logic, prin adaptarea mașinii cu abur a lui Watt la acționarea mașinilor de filat.

Capitalismul industrial

Revoluția în industria textilă, care mai tîrziu, o dată cu inventarea războiului mecanic al lui Cartwright în 1785, avea să se extindă și în ramura țesutului, inclusiv a prelucrării lînii și inului, precum și a bumbacului, nu a avut numai un caracter pur tehnic. Ea a devenit posibilă numai datorită transfor-

mărilor sociale și economice de la începutul secolului al XVIII-lea, și avea să ducă ea însăși la transformări mult mai importante în secolul al XIX-lea. Pentru înfăptuirea revoluției în producție era nevoie de o afluență de *capital și de brațe de muncă*; or, ambele aceste elemente apăruseră în forma lor modernă în această perioadă. Capitalul provenea în primul rând din marile profituri ale negustorilor din secolul precedent, care începuseră să acapareze tot ce era mai bun din resursele oferite de minele și plantațiile de pe teritoriile recent descoperite, unde munceau sclavi, precum și din jefuirea aproape necamuflată a Indiei.^{4.3} Brațele de muncă erau eliberate de pământ prin actele de împrejmuire a terenurilor și, cum muncitorii nu mai erau stinjenți de restricțiile impuse de breslele din orașele medievale, aveau să trudească în fabrici multe ore pentru un salariu mic. La început n-au existat prea multe brațe de muncă, și acest lucru a constituit imboldul spre folosirea mașinilor, în special a celor care puteau fi deservite de muncitori necalificați, îndeosebi femei și copii.^{5.37} Mai târziu, când actele de împrejmuire a terenurilor au devenit și mai drastice și au fost aduși irlandezi pauperizați, s-au găsit destule brațe de muncă, ba chiar prea multe, iar în locul unui val de invenții cu totul noi s-au extins considerabil cele existente, îmbunătățite, însă nu transformate.

Concentrarea industriei

Cererea de produse textile a determinat declanșarea revoluției industriale în împrejurările deosebit de favorabile care existau pe atunci numai în Anglia. Cererea de mașini textile și noua tehnologie textilă au stimulat dezvoltarea industriilor metalurgică și chimică, iar toate acestea reclamau livrări tot mai mari de combustibil universal, cărbunele, care, la rândul său, a determinat introducerea unor noi procedee în minerit și transporturi. Spre mijlocul secolului, datorită invenției lui Darby, fontă se găsea în cantități suficiente. Acum se resimțea lipsa de fier forjabil și în această privință nevoile au fost acoperite pentru un timp prin metoda de pudlare a lui Cort, introdusă în 1784. Aspectele științifice și tehnice ale acestor transformări vor fi examinate mai jos (p. 431), însă aici este necesar să subliniem din nou că ele au pus capăt dependenței de veacuri față de lemn ca materie primă și au mutat industria de prelucrare a fierului din regiunile păduroase în bazinele carbonifere, unde mai erau concentrate multe alte industrii (p. 284).

Concentrarea a fost, într-adevăr, o caracteristică fundamentală a revoluției industriale. Industria casnică feudală și

chiar producția breslelor orășenești erau în mod necesar risipite peste tot, în numeroase districte. Noua industrie mecanică a preferat, de la bun început, regiunile carbonifere. Noile orașe industriale — Manchester, Birmingham, Newcastle și Glasgow — satisfăceau cererile pentru aproape toate noile produse *. Aceste mari orașe industriale în ascensiune exercitau o largă influență, pe de o parte, prin produsele lor, a căror ieftinătate nimicise industria casnică pretutindeni unde pătrundeau, și pe de altă parte, prin necesitățile lor de brațe de muncă și de alimente. ^{5.1 : 5.2 : 5.8 : 5.37}

Revoluția agrară

Tocmai această cerere a stimulat dezvoltarea noii agriculturi producătoare de cereale-marfă a moșierilor și fermierilor, care luau treptat locul țăranilor și al producției lor naturale în cea mai mare parte a Angliei. Revoluția agrară a fost o îmbinare a metodelor empirice a creșterii vitelor și a aplicării asolamentelor, cu mecanizarea, cu folosirea primelor pluguri de fier, grape trase de cai etc. ^{5.10 : 501} Această revoluție a fost pregătită la începutul secolului al XVIII-lea de câțiva inovatori întreprinzători, care au folosit experiența olandeză, însă de fapt ea s-a produs abia după ce industria a creat o nouă piață de desfacere a grânelor și cărnii și după ce a pus la îndemână mai întâi uneltele, iar apoi posibilitatea de a le folosi. Revoluția agrară, prin ea însăși, a marcat în viața oamenilor o transformare tot atât de radicală ca și revoluția industrială. Pe măsură ce această revoluție s-a dezvoltat, fermele au avut nevoie din ce în ce mai puțin de brațe de muncă pentru producția de alimente, ceea ce a intensificat tendința de atragere a grosului populației în orașe. Originară din Anglia, agricultura mecanizată avea să se răspândească curînd pe terenurile nou descoperite ale Americii, iar apoi, după mai multe decenii, în regiunile agricole mai populate ale Europei.

Interesul pentru agricultură nu s-a limitat la zonele cu climă temperată. Căutarea de produse tropicale și de eventuale colonii a împins spre alte călătorii în vederea descoperirii de pămînturi noi. Acestea nu mai erau aventurile pe jumătate pirateresti din secolul al XVIII-lea, ca cele ale lui Dampier, ci expediții științifice, bine echipate, la care multe națiuni au pornit, întrecîndu-se în mod civilizat. Cook (1728—1779), Bougainville (1729—1811) și La Pérouse (1741—1788) sînt cei mai reprezentativi dintre acești navigatori. Chiar și călătoria nefericită a vasului „Bounty”, în 1789 a fost întreprinsă cu scopul de a introduce în Indiile de Vest arborele de pîine din insulele mărilor Sudului. ^{6.74}

Făuritorii revoluției industriale

În primele ei stadii, revoluția industrială n-a fost rodul unor realizări ale științei; făuritorii ei au fost meșteșugari-inventatori, care au înregistrat succese datorită unor împrejurări economice excepțional de favorabile. Principalele progrese în industria textilă au avut loc, de fapt, fără aplicarea vreunui principiu științific cu totul nou. Adevărata lor importanță a constat în faptul că au marcat apariția unui nou factor social în acțiune. Lucrătorul cu micul său capital acumulat sau împrumutat își afirma aici, pentru prima oară, dreptul de a transforma și a dirija procesele de producție într-un „mod cu adevărat revoluționar”, după cum l-a denumit Marx,^{4,3.123} spre deosebire de simpla dominație a unui negustor asupra producției micilor meșteșugari prin sistemul lucrului cu bucata (*putting-out system*).

Forța aburului

Totuși, fără mașina cu abur și fără energia practic nelimitată pe care o producea, revoluția s-ar fi putut mărgini la mutarea industriei textile în regiuni cu ape curgătoare, ca Lancashire și West Riding din Yorkshire, iar realizările ei n-ar fi fost mai mari decât progresele tehnice analoge obținute în China cu multe secole înainte. Tocmai folosirea mașinii cu abur ca izvor de energie în industria textilă a unit cele două ramuri inițial separate: industria grea și cea ușoară, creînd acel complex industrial modern care avea să se răspîndească din locul său de baștină, Anglia, în întreaga lume. În prezent, mașina cu abur, după cum se va arăta mai departe (p. 416 și urm.), reprezintă prin excelență o conștientă aplicație practică a gândirii științifice și, din acest punct de vedere, știința a jucat un rol esențial în revoluție.

La rîndul ei, revoluția industrială avea să stimuleze și să sprijine un nou avînt al activității științifice. Acest avînt era chiar și mai strîns legat de problemele ridicate de industrie decît cel din secolul al XVII-lea. Mișcarea pentru utilizarea conștientă a științei „în vederea îmbunătățirii meșteșugurilor și manufacturilor” se răspîndea nu numai în Anglia, Scoția și Franța, ci, pe măsură ce secolul înainta, și în Rusia, Italia și Germania, în rîndurile burgheziei care abia se ridicase, fiind privită cu bunăvoință chiar de unele cercuri ale aristocrației, precum și de despoți luminați, cum au fost Ecaterina cea Mare și Iosif al II-lea al Austriei. Interesul pentru știință era însă diferit de acela din secolul precedent; el era legat mai strîns de realizările din domeniul producției și avea o nuanță revoluționară.

Știința în regiunile industriale. „Enciclopedia”

Este caracteristică că reînvierea științei în Anglia la sfârșitul secolului al XVIII-lea nu s-a mai datorat, ca în secolul al XVII-lea, Oxfordului, Cambridgeului și Londrei, ci orașelor Leeds, Glasgow, Edinburgh, Manchester și, mai ales, Birmingham, care a devenit cel mai renumit centru al ei (p. 374). În Franța, unde procesul analog era în mod evident ținut în loc de un sistem politic și social învechit, toate mințile energice și progresiste, nemaisperând în vreo îmbunătățire, s-au îndreptat în cele din urmă spre înlăturarea acestui sistem, efortul lor constituind o contribuție la revoluția franceză. Monumentul lui este reprezentat de marea lucrare «Encyclopédie des arts, sciences et métiers» („Enciclopedia artelor, științelor și meșteșugurilor”) publicată în 28 de volume între 1751 și 1772, datorită în bună parte strădaniilor lui Diderot (1713—1784) și d'Alembert (1717—1783), la care au participat însă aproape toți filozofii. Aceasta a fost Biblia noului liberalism, care îmbina gândirea liberă cu știința, cu industria și cu principiul *laissez-faire*.

Benjamin Franklin

Cel mai strălucit profet și precursor al noii mișcări a fost Benjamin Franklin, despre care se poate spune, cu mai multă dreptate decât despre Canning, că „a pus în balanță lumea nouă pentru a restabili echilibrul lumii vechi”. El s-a născut în 1706, fiind fiul unui biet lumânărar din Boston (S.U.A.). Și-a făcut ucenicia de la vârsta de 12 ani la un tipograf-editor, iar apoi la 17 ani a fugit la Filadelfia cu gândul de a începe o viață de sine stătătoare. Ca să-și încerce norocul a plecat în Anglia, unde și-a câștigat existența ca tipograf și a reușit să dobândească cunoștințe temeinice în domeniul științei și politicii din acele vremuri. În 1726 s-a întors la Filadelfia, unde a pus bazele teoriei electricității și a inventat paratrăsnetul, balanșorul și cuptorul de fier. În 1743 a întemeiat prima societate americană de filozofie. A ajuns director general al poștelor pentru colonii și a organizat expediția neizbutită a generalului Braddock împotriva fortului Duquesne (Pittsburgh) în 1755.

Franklin s-a întors mai târziu în Anglia ca reprezentant al Pennsylvaniei și acolo și-a dat seama că nu-i rămâne altceva de făcut decât să lupte pentru independența coloniilor, pe care oligarhia aristocratică a Angliei nu era în stare nici să le prețuiască, nici să le guverneze. El a fost într-adevăr primul care a înțeles posibilitățile Lumii Noi și a pornit la făurirea planurilor ei de viitor, după cum o dovedește munca sa de

redactare a Declarației de independență și a Constituției. Prea bătrîn ca să mai lupte în războiul de independență, a adus țării sale ultimul și, în anumite privințe, cel mai important serviciu al său ca ambasador în Franța, obținînd sprijinul care s-a dovedit hotărîtor în acest război. În timpul șederii sale la Paris și la Versailles a exercitat o foarte mare influență asupra orientării politicii și științei. Franklin a fost un Bacon al secolului al XVIII-lea, cu deosebirea că nu mai era un curtean șiret sau un judecător cult, apelînd la prinți ca să consolideze știința, ci un om din popor, născut în libertate, pe care era hotărît s-o păstreze și s-o extindă. El s-a aflat în primele rînduri ale științei noii epoci și s-a alăturat din toată inima țărilor *filozofilor*, adăugîndu-le spiritul democrației și bunul-simț practic pe care aceștia nu-l aveau.

Academiile disidente și „Societatea lunară”

Ideile lui Franklin au fost puse în practică de contemporanii lui mai tineri din Anglia. Deși, după cum s-a explicat mai sus, revoluția industrială datora deocamdată puțin științei, oamenii care au orientat progresul ei erau pe deplin pătrunși de spiritul științific. Valoarea științei, pe atunci mai puțin prețuită la curte sau în cartierul comercial al Londrei, a fost deplin înțeleasă de generația de industriași din nord și de prietenii lor. Ei și-au dat seama că știința nu a reputerat succese în trecut din cauză că adepții ei nu fuseseră oameni ai practicii. În plus, pentru prima oară știința a început să fie predată sistematic și în afara școlilor de navigație. Deși subapreciată în universitățile mai vechi (care, oricum, erau interzise disidenților, în rîndurile cărora se aflau cei mai mulți dintre oamenii de orientare nouă), știința și-a găsit un loc în academiile disidente, ca acelea din Warrington și Daventry. Fiind instituții independente, succesul acestora era un indiciu al nevoii de știință resimțite pe atunci, iar în secolul al XVIII-lea ele au oferit, după universitățile scoțiene (p. 362), cea mai bună educație științifică din lume.

Aceasta a fost perioada în care industriașii, oamenii de știință și noii ingineri profesioniști au stabilit în mult mai mare măsură decît în secolul al XIX-lea contacte în activitatea lor și în viața socială. Contractau căsătorii între membrii familiilor lor, organizau primiri somptuoase, discutau neîncetat, făceau experiențe și se asociau în vederea unor noi proiecte. Aceasta a fost epoca asociației „Lunar Society” din Birmingham și Black Country, care obișnuia să se întrunească la locuințele membrilor ei în nopțile cu lună plină și număra printre membrii ei pe John Wilkinson (1728—1808), fabricant de produse de fier, care trăia numai pentru fier, visa

numai fier și a fost înmormântat într-un sicriu de fier ; pe Wedgwood (1744—1817), olar ; pe Edgeworth, genialul irlandez, plin de proiecte fantastice și nobile de îmbunătățiri sociale ; pe radicalul tragi-comic Thomas Day de la firma „Sandford and Merton“ ; ^{5.75} pe poetul, dar în același timp practicul dr. Erasmus Darwin (1731—1802) din Lichfield ; pe Joseph Priestley (1733—1804), despre care vom vorbi mai jos ; pe melancolicul și neobositul scoțian James Watt (1736—1819) ^{5.28} și pe compatriotul său mai tânăr, Murdock (1754—1839), inventatorul iluminatului cu gaz din cărbuni ; în sfârșit, pe bogatul, întreprinzătorul, jovialul și ospitalierul Matthew Boulton (1728—1809), ^{5.27} fabricant de nasturi din Birmingham, sufletul și centrul întregii mișcări, care în calitate de prim fabricant de mașini cu abur, a fost aproape literalmente primul motor al revoluției industriale. El scria împărătesei Ecaterina, „eu vînd ceea ce cere întreaga omenire : forță“.

Strîns legat de aceștia prin relații personale era grupul mai important al renașterii scoțiene din secolul al XVIII-lea : filozoful Hume (1711—1776), care a făcut legătura cu filozofii din Franța ; Adam Smith (1723—1790), cu lucrarea sa „Avuția națiunilor“, părintele intelectual al capitalismului din epoca *laissez-faire* ; dr. Black (1728—1799), inițiatorul revoluției în pneumatică ; ^{4.60} dr. Hutton (1726—1797), întemeietorul teoriei moderne a geologiei. ^{5.35} Alții, ca dr. Roebuck (1718—1794), un medic care a devenit fabricant de produse chimice și întemeietorul Uzinelor „Carron“, prima întreprindere metalurgică conștient planificată, și dr. Small (1734—1775), profesorul lui Thomas Jefferson, aparțineau deopotrivă Angliei și Scoției.

O astfel de îmbinare a științei cu industria putea fi găsită numai în Anglia la sfîrșitul secolului al XVIII-lea. Existența ei marchează o epocă de echilibru dinamic între tehnică și știință, o etapă de tranziție de la o perioadă în care știința avea mai mult de învățat de la industrie decît putea să-i dea, la o perioadă în care industria a ajuns să se bazeze aproape în întregime pe știință. Interesele cercurilor corespunzătoare din alte țări se îndreptau în mod necesar mai mult spre economie și politică, deoarece le lipsea baza temeinică pe care numai noile industrii o puteau oferi. Anglia le apărea acestora ca un fel de Mecca industrială și, de fapt, cele mai bune relații despre industria britanică au rămas de la vizitatori străini inteligenți, ca Gabriel Jars (1732—1769), unul dintre întemeietorii industriei grele franceze. Este interesant de observat că în 1782, cînd s-a hotărît înființarea uzinelor metalurgice moderne de la Creusot, prima mare uzină din afara Angliei, din care se trage nu numai industria franceză a oțe-

lului, dar și cea germană, a trebuit să fie angajat W. Wilkin-
son, fratele fabricantului de produse de fier, pentru a se ocupa
de latura tehnică. 5.17a

Chimia rațională și revoluția în pneumatică

O nouă și importantă contribuție a științei la producție
în perioada revoluției industriale a constatat în întemeierea
chimiei moderne, adică a chimiei raționale și cantitative. Acest
lucru reprezintă în istoria științei un eveniment de o impor-
tanță egală cu aceea a marii sinteze astronomice-mecanice din
secolul precedent. Felul în care s-a produs va fi prezentat în
capitolul următor ; deocamdată este suficient să spunem că el
constituie un rezultat al dezvoltării rapide a industriei chi-
mice, în mare măsură ca auxiliară a noii industrii textile me-
canizate pe scară largă, și al interesului susținut de care au
dat dovadă oamenii de știință, față de materie și de transfor-
mările ei.

Cheia explicării simple a fenomenelor complexe ale chi-
miei a constituit-o studiul gazelor noi, la rîndul său legat
de experiențele asupra aerului și vidului efectuate în secolul
precedent, precum și de dezvoltarea mașinii cu abur, care a
avut loc tocmai în această perioadă. Într-adevăr, dezvoltarea
chimiei poate fi numită pe drept cuvînt rodul acestei „revo-
luții în pneumatică“. În urma activității unor experimen-
tatori deschizători de drumuri, ca Black în Scoția, Priestley
în Anglia și Scheele în Suedia, Lavoisier, cu mintea sa logică,
a reușit să facă ordine în haosul datelor vechi și noi. Două-
zeci de ani mai târziu, Dalton, pornind de la teoria atomistă,
a explicat reacțiile chimice, integrînd ferm chimia în schema
material-mecanicistă a lui Newton, deși a mai trebuit să
treacă 100 de ani pînă ce a putut fi explicată natura for-
țelor ce acționează între atomii chimici (p. 450—456) *.

Epoca rațiunii : Joseph Priestley

Influența științei nu s-a limitat la domeniul industriei.
Începînd cu Franklin, oamenii de știință de la sfîrșitul seco-
lului al XVIII-lea, atît din Anglia, cît și din Franța, au fost
prin excelență adepți ai ideilor radicale și liberale. Figura
cea mai caracteristică a acestei mișcări, care întrunește pa-
siunea pentru știință cu iubirea de oameni și politica radicală,
a fost Joseph Priestley (1733—1804). Fiu al unui postăvar
din Yorkshire, el și-a făcut studiile la academia disidentă
din Daventry, cu intenția de a deveni preot congregaționalist.
El și-a însușit cu aviditate noul spirit al iluminismului, care

nu l-a dus la ateism, cum s-ar fi întâmplat în Franța, ci la un creștinism raționalist, cu un caracter foarte apropiat de unitarianism. Pentru el aceasta nu constituia o bună recomandare în ochii drept-credincioșilor, însă erudiția lui Priestley și preocupările sale l-au pus în contact cu lumea științifică, și în special cu Benjamin Franklin; acesta i-a sugerat ideea să scrie o *Istorie a electricității*,^{5.67} cu care și-a început cariera științifică. În 1767 el a devenit preot la Leeds, unde și-a efectuat experiențele cu bioxidul de carbon (p. 452). De atunci s-a bucurat de sprijinul industriaișilor și al câtorva nobili liberali. În perioada cea mai fructuoasă a vieții lui (1773—1780), lordul Shelburne i-a pus la dispoziție o casă și un laborator. Acolo a descoperit el oxigenul, ceea ce i-a adus un renume mondial.^{8.24}

Totuși, această activitate științifică n-a fost pentru Priestley decât o îndeletnicire secundară în raport cu preocuparea sa principală: polemica doctrinală în favoarea unei religii liberale. Concepțiile religioase ale lui Priestley erau strâns legate de activitatea sa științifică. Departe de a dori, așa cum a făcut Descartes, să despartă materia de spirit și rațiunea de credință, el căuta o revelație pură care să le unească. El căuta această revelație deopotrivă în sfânta scriptură și în natură, pe care o considera o operă a divinității. După părerea sa, energia descoperită o dată cu fenomenul electric dovedea că materia nu este inertă și deci nu este în sine incapabilă de simțire. Într-un sens, gândirea sa își are rădăcini în trecut, în hilozoismul lui Erigena (p. 215); în alt sens, ea prevestește filozofia organistă a lui Whitehead. Credința în Sf. Treime, în pocăință, în predestinare și chiar în existența sufletului, el le considera ca *denaturări ale creștinismului*.^{5.9.190} În secolul al XVIII-lea, astfel de concepții nu prea aveau răsunet. Francezii erau surprinși să descopere un filozof care credea în Dumnezeu; englezii considerau că religia lui Priestley se deosebea prea puțin de ateism. Totuși, el credea cu fermitate în morala creștină, „care nu constă în altceva decât în binecunoscutele îndatoriri ale vieții, într-o mai mare pietate față de Dumnezeu, într-o mai mare bunăvoință față de om”. În acest spirit a sprijinit Priestley orice formă de progres social și cultural, tinzând, după cum spunea el, la „o cât mai mare fericire, pentru un număr cât mai mare de oameni”.

El n-a participat niciodată activ la viața politică, însă, într-o vreme în care opinia publică se pronunța tot mai mult împotriva tendințelor revoluției franceze, simpla exprimare publică a dezacordului nu numai cu doctrinele bisericii anglicane, așa cum erau stabilite prin dogme, dar și cu acelea ale disidenților respectabili, era considerată echivalentă cu o

rebeliune, dacă nu chiar cu o trădare. Blîndul și generosul dr. Priestley a devenit curînd o sperietoare republicană radicală. Culmea a fost atinsă în 1791, cînd o gloată din Birmingham, incitată în apărarea bisericii și a regelui și cu acordul tacit al autorităților, i-a incendiat locuința din apropierea orașului, ceea ce a și dus la distrugerea totală a bibliotecii și a laboratorului său. Dar și după ce a fost pus la adăpost de violențe s-a găsit atît de izolat de colegii lui din cauza părerilor politice, încît a emigrat în America, unde a murit în 1804. Se părea că împrejurările făcuseră să eșueze misiunea sa ime-

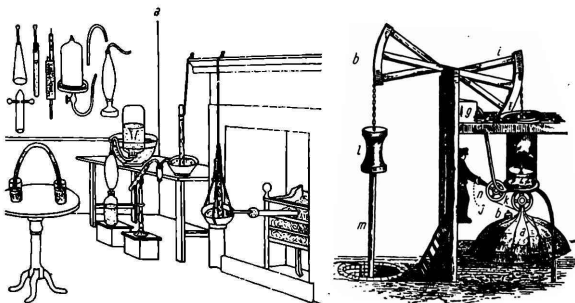


Fig. 12. TEHNOLOGIA ȘI ȘTIINȚA SECOLULUI AL XVIII-LEA (a) Laboratorul lui Priestley. Instrumentele necesare pentru prepararea și mînuirea gazelor. A se observa caracterul casnic al aparaturii. Pentru încălzirea ușoară se folosește o lumînare, pentru încălzirea mai puternică grătarul cu cărbuni (p. 452). (b) Mașina cu abur cu pompă construită de Newcomen. A se observa operatorul, care are sarcina de a deschide și închide supapele la fiecare cursă. Mai tîrziu acesta a fost înlocuit printr-un regulator automat (p. 418).

diată, însă, direct sau indirect, influența sa avea să se manifeste din nou pentru a inspira mișcările liberale și filantropice din secolul al XIX-lea (p. 388, 747 și urm.).

Antoine Laurent Lavoisier

Numele lui Priestley este indisolubil legat în istoria științei de acela al lui Lavoisier, întrucît pe baza cercetărilor deschizătoare de drumuri ale savantului englez a elaborat chimistul francez teoria sa revoluționară, care avea să facă din chimie, o dată pentru totdeauna, o știință rațională și cantitativă.^{5.52} Personalitatea lui Lavoisier a dominat știința franceză de la sfîrșitul secolului al XVIII-lea. El era un om

cu totul diferit de Priestley. Deși pentru amândoi știința reprezenta unica sau principală preocupare în viață, Lavoisier nu avea nimic care să corespundă filantropiei vag religioase, radicale a lui Priestley. Dimpotrivă, preocuparea lui Lavoisier era să pună știința în slujba efectivă a oamenilor și s-o aplice în practică, în scopul de a ridica vechea societate la nivelul cerințelor vremii. Lavoisier s-a manifestat din tinerețe ca un om deosebit de competent și sigur de sine. Aceasta s-a datorat, în parte, faptului că s-a născut bogat, fiind ultimul vlăstar al unei familii care se ridicase treaptă cu treaptă, prin chibzuință și bună gospodărire, de la vizitiu, la șef de poștă, comerciant, notar, avocat și în cele din urmă membru al parlamentului din Paris. Lavoisier însuși avea să urce treapta finală, cu excepția titlului de noblete, cumpărându-și o participație în *Ferme générale*, o corporație restrânsă și imens de bogată care aduna impozitele datorate regelui. El nu putea să prevadă că aceasta avea să-l coste capul.

Educația sa științifică a fost dintre cele mai solide, incluzând matematicile, astronomia, botanica, anatomia, geologia și, ceea ce este mai important, chimia, studiate sub îndrumarea lui Rouelle (1703—1770), genialul șef de lucrări de la *Jardin du roi*. Era un tânăr cu vaste posibilități, stăpîn deplin pe cunoștințele accesibile pe atunci, cu ambiția de a aduce un fel de ordine rațională în știință și societate. El a întreprins prima sa cercetare științifică în 1767, cînd, la vîrsta de 24 de ani, a colindat Franța în scopul de a întocmi o hartă geologică și de a studia resursele minerale ale țării. Mai tîrziu avea să se ocupe de probleme ca sistemul de iluminat al străzilor, agricultura experimentală, precum și de multe proiecte de îmbunătățiri generale, caracteristice Franței, ca și Angliei în secolul al XVIII-lea. Evenimentul cel mai important din viața lui Lavoisier a fost numirea sa, în 1755, în Comitetul pentru praful de pușcă și instalarea sa la Arsenal, unde a înființat laboratorul, care în vremea aceea era, probabil, cel mai bun din lume. În comparație cu acesta, laboratorul lui Priestley ar fi încăput pe o tavă (fig. 12).

Despre activitatea științifică a lui Lavoisier vom vorbi ulterior (p. 453 și urm.) ; aici ne interesează numai influența pe care a exercitat-o asupra utilizării practice a științei, domeniu în care a dat dovadă de o măiestrie care avea să rămînă multă vreme neegalată. În tot ceea ce a făcut s-a manifestat ca o minte excepțional de clară, de metodică, de impunătoare. El nu se simțea atras de filozofie. Deși a deschis vastul domeniu al chimiei aplicării principiilor fizice și matematice, importanța hotărîtoare pentru știință n-au avut-o metodele sale, ci mai curînd claritatea pe care a introdus-o în știință. Procesul ce i s-a intentat lui și celorlalți „fermieri generali”

n-a fost îndreptat împotriva lui personal și cu atât mai puțin împotriva științei. El a avut de suferit de pe urma orînduirii cu care a fost în mod inevitabil și vădit identificat, în desfășurarea unei revoluții pentru promovarea căreia, ca o ironie a soartei, el făcuse atât de mult.

Priestley și Lavoisier au întruchipat avîntul speranței și progresului, atât de strîns legate de dezvoltarea rapidă a științei și industriei. Spre sfîrșitul secolului, din ce în ce mai mulți oameni și, pentru prima oară în istorie și femei au început să mediteze la posibilitatea unei lumi guvernate de rațiune și egalitate, iar nu de prejudecăți și privilegii. Această mișcare s-a răspîndit larg în Europa și în Lumea Nouă, în Italia, Austria, Prusia, Rusia și chiar în Spania. Este de remarcat, de exemplu, cum în această perioadă, în Italia, unde știința se afla de mult timp într-o stare de stagnare, s-a produs o renaștere a geniului național, după cum o dovedesc contribuțiile importante ale lui Galvani, Volta și Avogadro. Ei au fost influențați nu numai de doctrinele elaborate pe baza propriei lor experiențe și potrivit năzuințelor lor, ca cele din lucrările lui J. J. Rousseau (1712—1778), ci și de tot ce începuse să se afle despre societatea deosebit de rezonabilă a chinezilor, despre societatea virtuoasă a Indiei, despre noblețea pieilor roșii, ca și de relatările expedițiilor științifice în legătură cu viața simplă și fericită a popoarelor de pe insulele de corali din mările Sudului. Idealul devenise o societate cîrmuită cu înțelepciune de către filozofi și eliberată de despotismul tradiției; totul se orienta spre o întoarcere la natură (p. 740). Era epoca despotismului luminat al lui Frederic cel Mare, Iosif al II-lea și Ecaterina a II-a. Știința era una dintre principalele ei surse de inspirație. Ea oferea simultan o nouă armă teoretică pentru criticarea vechiului regim și un mijloc de regenerare practică a omenirii prin folosirea unei industrii transformate pe cale mecanică. Ea avea să dezlănțuie un impetuos avînt științific și tehnic, care, prin intensitatea și caracterul său conștient, ca și prin nivelul său ridicat, a avut asupra societății un efect mai puternic decît orice văzuse omenirea pînă atunci.

8. 3. Revoluția franceză și Influența ei asupra științei

Oamenii de știință francezi din ultimele zile ale monarhiei erau profund pătrunși de spiritul progresist al *filozofilor*, iar noul regim le-a oferit posibilitatea de a se afirma. Noua știință a jucat un rol conducător în procesul general de lichidare a rămășițelor feudale și de înălțare a rațiunii. Toate gu-

vernele revoluționare i-au recunoscut oficial importanța, au dat mult științei și au așteptat tot atât de mult de la ea. Unii oameni de știință, ca Monge (1746—1818) și Lazare Carnot (1753—1823), au fost republicani înflăcărați și și-au asumat imediat sarcini de administrație economică și chiar militară. Alții, ca Bailly (1736—1793), Condorcet (1743—1794) și marele Lavoisier, deși la început au colaborat fără rezerve cu guvernul republican, n-au reușit să facă uitată asocierea lor cu vechiul regim și au fost victime ale reacției populare, provocate de cotropirea Franței. Cei mai mulți dintre ei s-au ocupat cu reforma aparatului învechit al statului și cu educația pe linie științifică.

Prima sarcină o constituia reforma sistemului de măsuri și greutate și introducerea sistemului metric, definitiv realizată în 1799. Pentru a înfăptui această reformă era nevoie de o revoluție, după cum vedește menținerea vechilor sisteme greco-romane oriunde nu a pătruns influența Franței și a logicii franceze. A doua sarcină importantă consta în crearea unui sistem științific modern de învățământ, prima transformare reală de la Renaștere încoace în domeniul învățământului. Revoluționarii au elaborat acest sistem metodic pe scară largă, pe o temelie care fusese pusă de academiile disidente din Anglia și de școlile militare din Franța, în ciuda opoziției vechilor universități. Scoția a fost o excepție: după cum am văzut, universitățile scoțiene s-au găsit de la început în avangarda progresului științific. Dintre oamenii de știință pe care i-au dat academiile disidente se numără Priestley și fabricantul de produse de fier Wilkinson; dintre cei pe care i-au dat școlile militare franceze, matematicieni ca Monge și Poncelet, precum și militari ca Napoleon și, ceea ce este surprinzător, Wellington după ce a plecat de la Eton. Știința devenise indispensabilă pentru industrie și război. Intemeierea Școlii normale superioare, a Școlii de medicină și a Școlii politehnice, cea mai însemnată dintre toate, a oferit modele pentru instituțiile de învățământ și de cercetări științifice ale viitorului.^{5,84} Alegînd pentru a preda la catedrele acestor școli pe cei mai remarcabili oameni de știință, ele au creat tipul de profesor salariat, care avea să înlocuiască treptat, în cursul secolului al XIX-lea, pe aristocratul amator sau pe omul de știință protejat de un patron din epocile precedente.

Printre primii absolvenți ai noilor instituții de învățământ se întîlnesc nume ca Charles (1746—1823), Gay-Lussac (1778—1850), Thenard (1777—1853), Malus (1775—1812) și Fresnel (1788—1827), chemați cu toții să realizeze progrese importante în multe domenii ale științei. Aceste instituții au dat posibilitatea oamenilor înzestrați din toate clasele sociale

să-și dobândească un loc în știință și lor le-a datorat Franța preponderența ei științifică în lume, care s-a menținut și în cursul unei bune părți a secolului al XIX-lea, pînă cînd Anglia și Germania aveau să-i urmeze exemplul, introducînd un învățămînt științific.

Napoleon protector al științei

Epoca napoleoniană, care a urmat imediat după revoluție, n-a dus la o stagnare a progresului științei. Despoții erudiți patronaseră știința, dar Napoleon și-a asumat personal grija pentru ea. El a participat deseori la sesiunile Academiei, a luat cu el în Egipt o întreagă expediție științifică și l-a însărcinat pe abatele Haüy (1743—1822), întemeietorul cristalografiei, să scrie un manual de fizică. De altminteri, în secolul respectiv el a fost primul și singurul important șef de stat care avea o educație științifică. Ca atare, el își făcuse o oarecare idee, deși purtînd pecetea practicismului burghez, despre utilitatea învățămîntului și a urmărit ca știința să dea un sprijin practic regimului său și armatelor sale.

Războaiele napoleoniene au avut, indirect, o considerabilă importanță pentru știință. Revoluția industrială a pătruns în Franța încet, spre sfîrșitul secolului, însă Franța era o țară cu o populație mult mai numeroasă decît Anglia, cam 28 000 000 față de 11 000 000, iar producția ei industrială, deși mai puțin concentrată, era de fapt mai mare.^{5.45.3} Ea era, așadar, în stare să susțină efortul nemaipomenit legat de trimiterea armatelor sale pentru a purta războaie în întreaga Europă. Blocada engleză, devenită posibilă datorită superiorității tehnice a Angliei pe mare, n-a adus economiei franceze prejudicii cît de cît însemnate, scopul ei îndepărtat constînd în special în distrugerea piețelor de peste mări ale Franței. În domeniile în care s-a făcut simțită, împiedicînd aprovizionarea cu unele produse ca sodă și zahăr, blocada a contribuit la dezvoltarea industriei chimice franceze, ceea ce a ajutat Franța să predomine în chimie timp de 30 de ani. Spre deosebire de războaiele din timpurile moderne, războaiele napoleoniene nu s-au extins în domeniul științei însăși, ci mai curînd au înlesnit întîlniri între oamenii de știință din diferite țări. Napoleon a decernat un premiu lui Davy pentru descoperirile sale în domeniul electrochimiei în 1808, iar acesta n-a pregetat să se ducă la Paris pentru a-l primi și a protestat împotriva oamenilor mărginiți, care ridicau obiecții împotriva călătoriei sale pentru simplul motiv că țările respective se aflau în război.^{5.5}

Progresele realizate în Anglia în perioada revoluției franceze au avut un caracter cu totul diferit. Acolo, în locul unei

Înnoiri viguroase și categorice, s-a observat o cramponare aproape desperată de vechile forme canonizate de biserică și de stat și respingerea tendințelor liberaliste ale partidului whigilor. Disidența religioasă s-a orientat de la deismul rațional spre metodismul emotiv. Nimic din toate acestea n-a împiedicat însă dezvoltarea industriei, care dobândise piețe mai mari în urma blocadei Franței și a cerințelor suplimentare de a produce materiale de război nu numai pentru Anglia, ci și pentru aliații ei cu industrie înapoiată.

Institutul regal. Conte Rumford

În Anglia s-a făcut un singur efort întrucîtva analog cu înființarea noilor școli științifice de pe continent: întemeierea Institutului regal în 1799. Aceasta s-a datorat inițiativei lui sir Benjamin Thompson, conte de Rumford al Sfîntului Imperiu roman (1753—1814), un tory american, însă cu aceleași înclinații practice ca și Franklin. Adversar al democrației, el a înțeles necesitatea unui serviciu public eficient, dacă vechiul regim avea să supraviețuiască și a dovedit aceasta prin felul cum a administrat regatul Bavariei înainte de a fi fost invadat de francezi. Acolo el a ridicat pe cerșetori de pe străzi și i-a internat în aziluri; a căutat soluții economice de a-i hrăni și a raportat un asemenea succes, încît pentru alimentarea lor se cheltuia cîte 3 helleri pe zi; a transformat bugetul deficitar al armatei într-unul excedentar, înființînd ateliere industriale pentru soldați. În acest răstimp, el a descoperit legile transmiterii căldurii și a demonstrat cum poate fi ea generată prin intermediul acțiunii mecanice. Întors în Anglia, și-a dat imediat seama că revoluția industrială nu va putea reuși dacă nu se va forma un nou tip de muncitor mecanic, care să se bazeze pe știință și nu pe tradiția oarbă. Pentru aceasta el a convins pe bogătași să strîngă fondurile necesare înființării unui institut, sub patronaj regal, în scopul de

„...a răspîndi cunoașterea și a înlesni introducerea generală a invențiilor mecanice utile și a perfecționărilor și a preda prin serii de conferințe filozofice și experimentări aplicațiile științei la problemele obișnuite ale vieții”.

Institutul n-a respectat multă vreme intenția fondatorului lui. Primul lui director, Humphry Davy (1778—1829),^{5.5} a fost un mare om de știință, dar în același timp un și mai neîntrecut snob și amator de efecte spectaculoase. Davy este mai cunoscut prin invenția lămpii de siguranță pentru mineri (1815), rezultatul direct al unei lucrări de cercetare științifică în domeniul industriei, efectuată de el fără vreo retribuție. Deși inițial era destinată să prevină exploziile emanațiilor de

gaze, ea a fost folosită efectiv la munca în minele cu grizu, pînă atunci inaccesibile, astfel că producția de minereu a sporit, numărul accidentelor rămînînd aproape același. Îmînul ridicat de Davy utilității științei în discursul său de primire pe care l-a ținut în 1802, la vîrsta de numai 23 de ani, exprimă întocmai spiritul noului secol. În acest discurs găsim următoarea formulare a concepțiilor secolului al XIX-lea :

„Împărțirea inegală a proprietății și a muncii, deosebirea de rang și de situație în sînul omenirii sînt izvoarele puterii în viața civilizată, forțele ei motrice și însuși sufletul ei”. 6.5

Împletind știința cu utilul și cu puternice sentimente conservatoare, nu este de mirare că Institutul regal a devenit un centru monden tot atît de apreciat ca și Opera în rîndurile nobilimii și marii burghezii.

Pentru ca Institutul regal să devină și mai select, a fost zidită ușa de serviciu, pe care se îngăduise pînă atunci mecanicilor să urce neobservați la galerie. Institutul a prosperat înșă și a avut unicul laborator subvenționat, în care s-au făcut o mare parte din principalele descoperiri științifice din prima jumătate a secolului al XIX-lea. Activitatea lui didactică s-a limitat la conferințe publice și, deși acestea au atras pe unul dintre cei mai mari oameni de știință ai tuturor timpurilor, ucenicul legător Michael Faraday (p. 441), care a fost angajat ca asistent al lui Davy, însușindu-și acolo cunoștințele științifice, n-a existat nici un loc pentru sutele de Faraday potențiali pe care Anglia acelei epoci desigur că i-ar fi putut produce în număr tot atît de mare ca și Franța.

Reacțiunea postnapoleoniană

Marea mișcare a iluminismului a stagnat, pentru un timp, din cauza reacțiunii ce a urmat războaielor napoleoneene — care, în primele lor faze, contribuiseră atît de mult la răspîndirea acestei mișcări în întreaga Europă — și a gravei crize care s-a produs în 1820. În aceste împrejurări, revoluția industrială și-a dezvăluit latura ei cea mai hidoasă, șomajul și pauperizarea, iar clasele dominante, avînd în față spectrul unei alte revoluții, s-au simțit obligate să folosească la maximum forțele materiale și spirituale pentru a ține în frîu mulțimea. Privirile oamenilor s-au întors înapoi spre un fel de „ev mediu” închipuit, iar un romantism sentimental a luat locul materialismului rațional cu asociațiile lui antireligioase și revoluționare. Interesul pentru știință a cunoscut un declin temporar, cu excepția Germaniei, unde știința era legată de trezirea conștiinței naționale și de infructuoasa și transcendentala filozofie a naturii (p. 472). Industria nu mai avea prea mare nevoie de știință, din cauza reducerii masive a comen-

zilor de război ; pe de altă parte, necesitatea ei era resimțită mai puțin ca oricând de guvernele Restaurației din Franța și ale Sfintei Alianțe. Totuși, acest declin a avut numai un caracter relativ în comparație cu activitatea clocotitoare din ultimele două decenii ale secolului al XVIII-lea. Se realizase în această perioadă atât de mult, încât știința se înrădăcinase prea adânc în noile industrii pentru ca această dare înapoi să fie la fel de gravă sau tot atât de îndelungată ca cea de la începutul secolului al XVIII-lea. Nici spiritul științific nu se mai lăsa atât de ușor înăbușit. În Anglia, Franța și Germania, în ciuda reacțiunii, oamenii de știință și admiratorii științei au constituit avangarda noii mișcări pentru reforme liberale.

8. 4. Caracteristicile științei în revoluția Industrială

Cei 70 de ani dintre 1760 și 1830, și în special cei 30 dintre 1770 și 1800, reprezintă o cotitură hotărâtoare în istoria lumii. Acești ani marchează prima realizare de valoare practică, rezultat al noilor forțe ale mașinismului, în cadrul unei industrii noi, capitaliste. După ce s-au făcut acești pași, uriașa dezvoltare a industriei și științei din secolul al XIX-lea a devenit inevitabilă. Noul sistem asigura o atât de mare eficacitate și o atât de importantă reducere a cheltuielilor în comparație cu cel vechi, încât nu mai putea fi vorba de o concurență cât de cât serioasă între ele ; așadar, nici nu se mai putea pune problema unei reveniri la ceea ce fusese. Mai de vreme sau mai târziu, întregul mod de viață al fiecărui om avea să fie schimbat peste tot. Această trecere hotărâtoare a fost apogeul transformărilor din tehnică și economie, care, după cum s-a arătat, au atins punctul critic în domeniul tehnicii în jurul anului 1760, în Anglia, iar în domeniul economiei și politicii 30 de ani mai târziu, în Franța. Transformările nu s-au produs fără greutate ; nu este o întâmplare că aceasta a fost o perioadă de revoluții și de războaie fără precedent.

Transformările din secolul al XVIII-lea au avut efecte revoluționare și în știință, revoluția în pneumatică fiind numai unul dintre aspectele acestor transformări. Deși în mod obișnuit în istoria științei ele apar numai ca anexe ale negării științei antice de către Copernic, Galilei și Newton, lucrul acesta nu face decât să vădească în ce măsură istoricii înșiși sînt încă hipnotizați de tradiția clasică. Secolul al XVII-lea rezolvase problemele puse de știința antică greacă prin noi metode matematice și experimentale. Oamenii de știință din secolul al XVIII-lea nu numai că aveau să rezolve prin aceste

metode probleme la care grecii antici nici nu se gândiseră vreodată, dar aveau să facă și mai mult : să introducă temeinic știința în mecanismul de producție, ca o parte integrantă a acestuia. Folosirea instalațiilor de forță, a chimiei și electricității, avea să facă de aici înainte știința indispensabilă industriei. Primul pas în această direcție fusese făcut în secolul al XVII-lea, când realizările în domeniul astronomiei au pus știința în slujba navigației. Totuși, știința continuă să rămână în mare măsură ceea ce ajunsese să fie în timpurile clasice : o parte întrucâtva esoterică a sistemului de concepții elaborat în interesul claselor stăpânitoare ; cu alte cuvinte, știința era o parte din suprastructura ideologică. Știința nu adusese, în fond, nici o contribuție la industrie. Acum, la începutul secolului al XIX-lea, fără să-și piardă caracterul ei academic, știința avea să devină unul dintre principalele elemente ale forțelor de producție ale omenirii. Aceasta avea să constituie, după cum vom vedea, o trăsătură permanentă, de o importanță crescândă, sortită să supraviețuiască formelor sociale ale capitalismului care asistaseră la nașterea științei.

În domeniul ideilor, epoca revoluțiilor a dat puține lucruri de o importanță comparabilă cu aceea a descoperirilor științifice sau a invențiilor tehnice din perioada respectivă. Pentru a înțelege evenimentele și transformările survenite unele după altele, într-o succesiune rapidă, între 1760 și 1830 și a trage concluzii cu privire la ele, era nevoie de timp. În domeniul gândirii, această epocă se prezintă ca o linie de demarcație între două perioade. Ideile care au inspirat revoluțiile au fost acelea ale *filozofilor* francezi : Voltaire și Rousseau. Ele erau moștenite de la Newton și Locke și se întemeiau pe credința sentimentală în om și în posibilitățile de a-l face desăvârșit prin instituții libere și prin educație, după sfărâmarea cătușelor pe care i le pusese biserica și regele. În Germania ele aveau să găsească ecou în profundele meditații ale lui Kant (1724—1804), care a încercat să sudeze într-un sistem unic realizările științei și lumina lăuntrică a conștiinței (p. 750).

Ideile care aveau să apară în secolul al XIX-lea se bazau pe experiența aspră a revoluției industriale și pe rezistența oamenilor culți și bogați față de aplicarea prea literală a lozincilor de libertate, egalitate și fraternitate. Încercarea de a aplica filozofia socială a iluminismului în revoluția franceză a scos la iveală importante ei neajunsuri, arătând în special cât de puțină legătură aveau noile idei cu viața țăranilor și a lucrătorilor săraci, care formau masa populației. Aceștia — *poporul* — au împins înainte revoluția, însă după realizarea

obiectivelor ei imediate — desființarea restricțiilor impuse de feudalism inițiativei particulare — același popor a devenit *gloria*, o primejdie care plana permanent deasupra deținătorilor de bunuri, deasupra stîlpilor societății. Știința, învățămîntul, teologia liberală, după ce fuseseră la modă, erau considerate acum idei primejdioase. Tranziția imediată poate fi resizată comparînd optimismul lui Godwin (1756—1836) cu imaginea mohorîtă și deznădăjduită a existenței umane pe care a prezentat-o Malthus (1766—1834) (p. 744).

Un progres considerabil în domeniul concepțiilor, consecință directă a marilor transformări ale epocii, a fost recunoașterea elementului istoric și ireversibil în treburile omului. După concepția oficială, liberală și newtoniană, legile naturii, care fuseseră extinse de la sistemul solar asupra vieții omului și societății umane, erau considerate ca etern valabile. Nu mai trebuia altceva decît să se descopere care sînt aceste legi și, în conformitate cu ele, să se organizeze industria, agricultura și societatea o dată pentru totdeauna. Eșecul revoluției franceze în încercarea ei de a institui *era rațiunii* a dat posibilitate celeilalte concepții, aceea a dezvoltării evolutive, să cîștige teren. Această idee, aplicată la societățile omenești, o întrezărise de fapt Vico (1688—1744) la începutul secolului al XVIII-lea (p. 742), iar mai tîrziu Buffon (1707—1788) și Erasmus Darwin (1731—1802) au emis ipoteze potrivit cărora organismele și chiar Pămîntul au avut o îndelungată istorie evolutivă. Lui Hegel (1770—1831) i-a revenit însă sarcina de a elabora din aceste idei un sistem filozofic, iar lui Charles Darwin (1809—1882) și Karl Marx (1818—1883) de a dezvoltă mai tîrziu, în secolul al XIX-lea, rezultatele evoluției ce se realizează prin luptă atît în natură, cît și în societate (p. 750 și urm.).

8. 5. Știința la mijlocul secolului al XIX-lea (1830—1870)

Dacă în secolul al XVIII-lea oamenii interesați și clarvăzători și-au dat seama de apariția industriei mecanizate, către mijlocul secolului al XIX-lea efectele acesteia nu mai puteau fi trecute cu vederea în nici o parte a lumii, nici măcar de către omul cu cel mai redus spirit de observație. Prin simpla extindere a proporțiilor și a sferei de aplicare a invențiilor precedente, se produsese o transformare deplină în viața zecilor de milioane de oameni care trăiau în țările recent industrializate. Se ridicaseră noi orașe mari, a căror populație sporea cu repeziciune. Paralel cu creșterea industriei se dezvoltaseră mijloace de transport cu totul noi: căile ferate

care făceau legătura între centrele industriale și vapoarele care adunau materiile prime, aprovizionau aceste centre și transportau produsele fabricate în toate colțurile lumii. Într-adevăr, în timp ce secolul al XVIII-lea găsisse cheia *producției*, secolul al XIX-lea avea s-o găsească pe aceea a mijloacelor de comunicații. Niciodată înainte nu se produsese într-un mod atât de complet și cu atîta rapiditate o asemenea transformare în condițiile de viață ale oamenilor. Pretutindeni unde se răspîndea industrializarea, vechile relații sociale feudale erau nimicite. Masa populației se transforma în muncitori salariați. Întreaga inițiativă economică și politică revenea noii clase a *întreprinzătorilor* capitaliști. Chiar și în domeniul organizării statului, rămășițele reacțiunii feudale fuseseră lichidate cu ușurință, datorită succesului revoluției din 1830, în Franța, și legii cu privire la reforma sistemului electoral din 1832, în Anglia.^{5.95} Statul devenise, după expresia lui Marx, „comitetul executiv al clasei conducătoare”. Nu mai era atât de necesar ca privilegiile să fie apărute prin legi. Din moment ce proprietatea era asigurată, însuși sistemul economic trebuia să se preocupe ca fiecare să primească întocmai cît valora.

Niciodată înainte nu se putuse acumula averi cu atîta ușurință ; niciodată mizeria nu fusese atât de răspîndită și oamenii săraci atât de lipsiți de orice ocrotire socială. Alături de toate noile triumfuri ale tehnicii, se întîndea o murdărie îmbîcsită de fum, o delăsare și o urîtenie pe care nici una dintre civilizațiile precedente nu le-ar fi putut genera. Acesta a fost mediul în care știința s-a apropiat de actualul ei nivel de activitate și importanță. Într-adevăr, după cum am văzut, încă înainte de începutul secolului, știința era un auxiliar indispensabil în conducerea noilor ramuri industriale și, pe măsură ce secolul se apropia de sfîrșit, sfera ei de aplicare în industrie se extindea tot mai mult. Știința s-a dezvoltat considerabil și, în acest proces, a ajuns să fie în mod necesar direct influențată de forțele sociale dominante ale capitalismului.

Către anul 1830 s-a recunoscut că puterea trecuse din mîinile nobilimii în acelea ale oamenilor cu avere și chiar că acest lucru fusese necesar. Se considera că în adevăr, în cursul revoluției franceze, această putere depășise limitele cuvenite, dar că acum, în secolul al XIX-lea, cînd se ajunsesese la un stat ideal de democrație constituțională, existau toate motivele pentru a rezista oricărei noi schimbări fundamentale și chiar oricărei critici radicale a țărelor societății. În trecut, știința fusese un important stimulent al unei astfel de critici. Acum, atât oamenii de știință, cît și oamenii care nu

Înceau parte din lumea științei își dădeau seama deopotrivă că, întrucât știința era bine consolidată, rolul ei critic și ateist trebuia lăsat la o parte.

Utilitariștii

Mai era necesar încă o dată, la fel ca la mijlocul secolului al XVII-lea, să se separe concepțiile științei de implicațiile ei sociale, să se creeze o concepție a „științei pure”, astfel încât, făcând știința din nou respectabilă, să i se dea posibilitatea de a înflori și, mai mult chiar, de a deveni cu adevărat rentabilă. Această transformare a fost efectuată în mare măsură de utilitariști, epigoni ai *filozofilor* din secolul al XVIII-lea. Urmându-i pe Adam Smith și pe Jeremy Bentham, ei și-au asumat în mod deliberat sarcina de a înlătura vechile tare tradiționale ale societății printr-o legislație care să dea capitaliștilor libertate absolută. Numai în felul acesta, respectând legile de fier ale economiei politice, așa cum fuseseră formulate de Ricardo (1772—1823) și de J. Stuart Mill (1806—1873), putea fi asigurată „o cât mai mare fericire pentru un cât mai mare număr de oameni” (p. 377). În acea epocă ei erau pătrunși de convingerea plină de mândrie că legile eterne ale societății, concepută ca un grup de indivizi independenți care ajung în mod liber la o înțelegere între ei, fusese în sfârșit descoperite de știință. Crezând cu fermitate în noii lor profeți, patronii din epoca de aur a capitalismului s-au străduit din răspuțeri să dovedească adevărul spuselor lor. În uriașul avânt al activității productive, care s-a desfășurat numai cu neluștinate stagnări, știința a avut din 1830 până în 1870 un rol nu prea vast, însă de importanță vitală și în continuă creștere.

Aceasta a fost perioada de înflorire deplină a capitalismului, cu bogăția ei excesivă și cu mizeria ei apăsătoare, perioada cartiștilor și a foametei din deceniul al 5-lea, ca și a expoziției din 1851. Într-adevăr, așa cum prevăzuse Marx în 1848, capitalismul dăduse ființă clasei muncitoare deposedate, a cărei forță potențială avea să pună capăt dominației lui. Dar ziua aceea era încă foarte departe și, cu toate că lupta pentru condiții mai bune de viață n-a încetat niciodată, producția sporită și piețele de desfacere tot mai vaste au dat mult timp capitaliștilor posibilitatea de a face concesii în ce privește nivelul de trai al clasei muncitoare.

Mijlocul secolului al XIX-lea n-a fost o perioadă de transformări tehnice radicale care să se poată compara cu cele din secolul al XVIII-lea. A fost mai degrabă o perioadă de neconținută perfecționare a metodelor industriale, aplicate pe

scară din ce în ce mai largă. Deși începuseră să apară rivali ai Angliei, ea a reușit să-și mențină avantajele obținute în cursul revoluției industriale și chiar să le sporească. Un timp Anglia a fost literalmente atelierul industrial al întregii lumi. Ieftinătatea mărfurilor, în cea mai mare parte textile produse cu noile mașini, a lărgit piețele ei de desfacere într-un mod care vreme de câteva zeci de ani părea să fie nelimitat. Cere-rea acestor piețe putea fi satisfăcută prin simpla multiplicare și continua perfecționare a tipurilor de mașini existente. Deci nu exista nici o necesitate imperioasă de a face noi invenții în producție. Pe de altă parte însă se accentua tot mai mult nevoia de a accelera *comunicațiile și transporturile*. *Telegraful* a fost prima aplicație practică și pe scară largă a noii științe a electricității. În fond, mult mai importantă a fost aplicarea energiei în transporturi la *căi ferate și vapoare*, unde știința a avut numai un rol subordonat.

Apariția inginerilor

Atât căile ferate, cât și vapoarele au fost produsul direct al noii profesii a inginerilor mecanici și crearea lor a devenit posibilă prin disponibilitățile de fier ieftin, obținut acum, cu ajutorul cărbunelui, pe o scară de multe ori mai mare decât în orice altă epocă precedentă. Apariția inginerului modern a fost un fenomen social nou. El nu este descendentul direct al vechiului inginer militar, ci mai curând al constructorului de mori și al metalurgistului din timpurile meșteșugăriei. Bramah (1748—1814), Maudslay (1771—1831), Muir (1806—1888), Whitworth (1803—1887) și marele George Stephenson (1781—1848) au aparținut cu toții acestui tip de ingineri. ^{5.78-80} Extinderea aplicațiilor științei la mijlocul secolului al XIX-lea a fost mult mai rapidă decât dezvoltarea științei însăși, astfel încât organizarea și dezvoltarea lor a ajuns în mâinile practicienilor. În majoritatea lor, aceștia — excepție făcând doar cei mai mari dintre ei, ca Richard Trevithick (1771—1833), George Stephenson și I. K. Brunel (1806—1859) — au procedat ca și predecesorii lor, prin încercări, care uneori se soldau cu eșecuri, completând inovațiile revoluționare, care se datorau direct științei, cu perfecționări tehnice evolutive.

Astfel, mașina cu abur cu piston, în pofida ameliorărilor care i s-au adus timp de aproape 200 de ani este în esență aceeași mașină care a ieșit din atelierele lui Boulton și Watt în 1785.

Căile ferate și vaporul

Căile ferate au fost, la origine, produse ale industriei cărbunelui. Marea inovație de a pune o mașină pe roți pentru a o transforma într-o *locomotivă* a fost încercată cu mult succes și în mine (p. 417). Între anii 1830 și 1850, în Anglia începe era căilor ferate, a căror rețea a acoperit țara; în restul lumii, această inovație s-a extins în cursul întregului secol. Această eră a dus totodată la o creștere considerabilă a vechii inginerii civile, care continua tradiția constructorilor de canale, drumuri și poduri din secolul al XVIII-lea, ca Macadam și Rennie, tradiție ce poate fi regăsită și în marile lucrări ale lui Robert Stephenson și I.K. Brunel. Construirea de canale și de căi ferate, care descoperea structura rocilor în excavații și tuneluri, a avut ca urmare redeşptarea interesului pentru geologie și în același timp, a oferit prin profesia de topograf, o nouă sursă de venituri pentru științele geografice și geologice.

Telegraful

Îmbunătățirile aduse transporturilor pe căile ferate și cu vaporul au făcut să crească nevoia de comunicații rapide. Necesitatea de a transmite repede știrile este veche cît lumea, după cum vădese numeroasele coline pentru focuri de semnalizare; lăsînd la o parte însă magia sau telepatia, nu prea existau mijloace de a realiza acest lucru, cu excepția semnalizărilor de alarmă. Nici măcar necesitățile războiului n-au putut duce la un alt aparat mai reușit decît telegraful-semafor cu releu. Și totuși, mijloacele de a realiza un asemenea aparat apăruseră de cîtăva vreme. Încă din 1737 electricitatea fusese utilizată pentru transmiterea de mesaje la distanță de mai multe mîle, însă folosirea electricității statice era anevoioasă și nesigură. Apariția căilor ferate în perioada în care Oersted descoperise efectele curenților electrici asupra magnetului a permis inventarea unei metode ieftine și absolut sigure tocmai cînd era mai mare nevoie de ea; astfel telegraful electromagnetic a avut succesul asigurat.

Stimulentul real care a îndemnat o serie de inventatori să lucreze concomitent la această invenție (de exemplu Morse, Wheatstone etc.) n-a fost nevoia generală de comunicații sociale, ci valoarea bănească imediată a informațiilor privind prețurile mărfurilor sau a materiilor prime, precum și a factorilor care le-ar fi putut influența. Știrile primite la timp însemnau bani, iar telegraful electric a oferit mijlocul cu ajutorul căruia știrile puteau fi transmise cu rapiditate.

Telegrafia pe distanțe mici a reprezentat o aplicație directă a electricității, cerînd doar un cod alfabetic cu totul elementar ; necesitatea extinderii ei pe distanțe mai mari și cu o viteză mai mare avea să pună însă la încercare ingeniozitatea fizicienilor pînă în zilele noastre și să ducă la crearea unui vast bagaj de cunoștințe fundamentale și de aparatură de precizie. Funcționarea cablului transatlantic care leagă Wall Street-ul de City a fost asigurată abia în 1866, datorită ingeniozității unuia dintre cei mai mari fizicieni ai timpului, William Thompson, devenit mai târziu lordul Kelvin (1824—1907). Pentru poziția pe care o ocupa știința în ansamblu, mult mai important a fost faptul că telegraful a creat nevoia de electricieni calificați, ceea ce, la rîndul său, a făcut necesare școlile tehnice și facultățile de fizică în universități, care au determinat cea mai mare parte a progreselor realizate în ultima parte a secolului al XIX-lea.

Din 1850 știința a început să aducă dividende. Se dezvoltă o nouă industrie chimică, bazată în special pe nevoia crescîndă de sodă și de acid sulfuric a industriei textile în plină ascensiune, iar descoperirea vopselelor din anilină a asigurat viitorul chimiei organice. Știința, în special chimia, începea să fie atrasă în acțiunea de ameliorare a agriculturii prin folosirea îngrășămintelor artificiale (p. 480).^{5.4} De asemenea, biologia începea să-și găsească noi aplicații în afara domeniului tradițional al agriculturii. Chimistul Pasteur (1822—1895) a descoperit metode de îmbunătățire a fabricării berii și vinului și a dat primul său asalt victorios împotriva unei boli nu a omului, ci, lucru caracteristic, a viermelui de mătase, prețios din punct de vedere economic (p. 476).

În acest domeniu s-a ivit pentru prima oară posibilitatea unui control științific, deosebit de cel tradițional, asupra proceselor vitale. Pînă și medicina începea să meargă în pas cu timpul și să accepte din partea noii chimii, deși lăsîndu-se cam greu convinsă, unele daruri ca anestezicele. De fapt, din cauza mizeriei, a suprapopulației și a politicii de *laissez-faire*, starea sănătății poporului în țările industriale se resimea, probabil, mai mult decît în orice altă perioadă a istoriei. Epidemiile catastrofale de holeră, aduse din răsărit odată cu noile înlesniri în transporturi, s-au ținut lanț pînă ce însăși intensitatea lor și primejdia pe care o reprezentau chiar și pentru clasele mijlocii au dus la înțelegerea necesității de a se lua măsuri sanitare, punîndu-se oarecum frîu arbitrarului proprietarilor de locuințe (p. 477).^{5.77a}

Organizarea științei

Posibilitățile practicării sau predării științei nu corespundeau cîtuși de puțin funcției pe care o îndeplinea ea acum în viața economică. Acest lucru era cu deosebire valabil pentru Anglia, unde știința își găsea cel mai vast cîmp de aplicare.^{5.7} În 1830 un grup de tineri savanți britanici, sub conducerea lui Charles Babbage (1792—1871), au criticat cu vehemență incapacitatea atît a guvernului, cît și a Societății Regale — exponenta lui în știință — de a face față noilor necesități. În cartea sa „Reflecții asupra declinului științei în Anglia”,^{5.14} Babbage arăta că Societatea Regală devenise, de fapt, o corporație închisă de demnitari, ai cărei membri, în majoritatea lor, nu aveau decît o legătură superficială cu știința și nu erau nici măcar protectori generoși ai ei. Reforma plutea în aer, dar Societatea Regală nu se grăbea și, prin simpla măsură de a impune restricții la primirea de noi membri, a reușit să ajungă la situația pe care o dorea Babbage, la cîțiva ani după moartea acestuia.^{4.6}

Asociația britanică

Firește că Babbage n-a avut răbdare să aștepte și, împreună cu prietenii săi, a reușit să înființeze „Asociația britanică pentru progresul științei”, o înlocuitoare a Societății Regale, pe care se putea conta că avea să apere prin vorbe și fapte interesele științei. Ea a fost organizată după modelul „Asociației germane a cercetărilor naturii”, întemeiată în 1822, în Germania, de Lorenz Oken (1799—1851), unul dintre cei mai înflăcărați și mai fanteziști filozofi ai naturii (p. 473), însă un liberal convins, care a preferat să renunțe la catedra sa de la Jena, în 1819, decît să supună cenzurii revista sa „Isis”. Mișcarea pe care a inițiat-o avea să fie, de fapt, prevestitoarea marii renașteri științifice a Germaniei de la jumătatea secolului al XIX-lea.^{5.85} Asociația britanică a înregistrat, în felul ei, tot atîta succes. Ea a devenit curînd o instituție care, deși nu s-a bucurat niciodată de același prestigiu ca Societatea Regală, a ajuns să fie mult mai bine cunoscută decît aceasta, datorită tradiției ei de a-și ține ședințele în fiecare oraș al Regatului Unit și chiar în colonii. Aceste ședințe au reprezentat cîmpul de luptă pe care s-au controversat toate marile concepții științifice ale timpului, mai ales cele legate de conflictul dintre știință și religie, care a culminat cu fapte ca răspunsul dat de Huxley episcopului Wilberforce la Oxford în 1860 și cîvîntarea lui Tyndall la Belfast în 1874, în care s-a emis ipoteza că viața ar putea să fi provenit din materie neînsuflită. Asociația britanică s-a ocupat parte cu popularizarea științei,

parte cu promovarea și finanțarea cercetărilor în interesul națiunii. Ea și-a propus, de exemplu, să încurajeze studiul seismologiei, mareelor, meteorologiei, magnetismului, unităților de măsură în electricitate, al geologiei și biologiei. De fapt, ea a realizat din inițiativă particulară ceea ce în alte țări constituia o preocupare a guvernului. La sfârșitul secolului al XIX-lea, sarcina pe care și-o asumase asociația a devenit prea grea și în cele din urmă a fost împărțită, prin crearea unor institute ca Laboratorul național de fizică. Una dintre inițiativele asociației care avea să aibă cele mai importante consecințe a fost propunerea făcută lui Justus von Liebig (1803—1873) de a pregăti un referat despre chimia agricolă, sarcină care a îndreptat atenția acestui mare chimist asupra problemelor practice ale producției de alimente și care a reprezentat punctul de pornire al chimiei solului și al științei nutriției (p. 462, 480).

Această activitate ilustra nevoia noii burghezii industriale de a lua știința în propriile ei mâini și de a pătrunde în cercurile închise pentru ea ale clasei de sus și ale universităților, în care știința revenise în primele decenii ale secolului. Către mijlocul secolului, această activitate fusese în mare măsură încununată de succes, iar noua importanță pe care o căpătase știința îi adusese recunoașterea oficială.

Societățile științifice

Societățile obișnuite, care satisfăceau cerințele secolelor XVII—XVIII, nu mai puteau face față valului de cunoștințe speciale care generau noi domenii ale științei. În Franța, Anglia, Scoția, Germania și alte țări au fost întemeiate societăți de chimie, de geologie, de astronomie etc., fiecare cu publicația ei proprie, iar în același timp inginerii au început să se asocieze în institute.

Știința în universități

Tot către mijlocul secolului al XIX-lea a început să cedeze și împotrivirea universităților engleze și franceze față de noua știință, împotrivire care dăinuia de peste 200 de ani. În Anglia aceasta s-a petrecut parte prin înființarea de noi colegii, care aveau să se transforme mai târziu în universități la Londra și în orașele industriale, parte prin adăugirea de noi facultăți la universitățile existente.^{5.00a} În timp ce la începutul secolului mulți, dacă nu cei mai mulți dintre marii oameni de știință englezi erau amatori sau își dobândiseră educația științifică începând ca ucenici, cum au fost Davy și

Faraday, către mijlocul secolului tipul omului de știință în Anglia a început să fie profesorul universitar, care pe continent era deja bine cunoscut.^{5.42a} Marea expoziție din 1851 a reprezentat un simbol al unității științei, invenției și industriei, iar o parte din beneficiile ei au fost alocate înființării unui centru didactic-științific, Colegiul regal de științe din South Kensington. În Franța, pasul hotărâtor fusese făcut mult mai înainte, când se întemeiasse Școala politehnică și Școala normală superioară (p. 381).

Germania a stat în fruntea acțiunii de introducere a științei în viața normală a universității. De fapt, universitățile germane începuseră să se reorganizeze în perioada iluminismului, în secolul al XVIII-lea. Cea dintâi a fost universitatea din Göttingen, întemeiată în 1736 de George al II-lea pe domeniile sale din Hanovra. Începând de prin 1830, universitățile din diferitele state germane s-au luat la întrecere în înființarea de catedre științifice și, într-un ritm mai lent, de laboratoare de cercetări, al căror prototip era laboratorul lui Liebig de la Giessen. Germania intrase târziu în mișcarea științifică și avea o pătură funcționarească mai disciplinată și mai puțin independentă decât acelea din Franța sau Anglia. Totuși, ea a fost în stare să înlocuiască prin organizare ceea ce îi lipsea ca inițiativă individuală. Către mijlocul secolului și din ce în ce mai mult după aceea, Germania a dat oameni de știință cu înaltă pregătire, manuale și aparate în măsură să satisfacă nevoi ce depășeau cu mult hotarele ei.

Toate aceste transformări au dus la o creștere considerabilă a volumului și prestigiului activității științifice. Ea a căpătat o formă organizată cu caracter din ce în ce mai oficial, iar exercitarea ei a devenit o profesiune asemănătoare cu profesiunile mai vechi, de jurist și medic. Prin aceasta însă ea a pierdut mult din independența inițială, ca și caracterul ei de dilettantism. Știința n-a transformat universitățile în măsura în care a fost transformată de universități. Omul de știință nu mai era un iconoclast și un visător, ci mai curînd un cărturar conformist, transmitătorul unei bogate tradiții. În special în Germania, unde oamenii de știință fuseseră la început legați de mișcarea liberală, ei au devenit, după eșecul revoluției din 1848, cei mai devotați sprijinitori ai aparatului de stat oficial.^{5.3}

Știința populară și cea a clasei de mijloc

Știința avea să rămînă mulți ani monopolul unei păтури selecte a claselor de mijloc — intelectualitatea liberală, cum i se spunea în Europa — și, firește, a continuat să fie limitată

și influențată de concepția acesteia despre lume. La mijlocul secolului al XIX-lea, clasa de mijloc nu disprețuia utilul, fiind interesată în marile progrese industriale ale timpului. Ea credea cu fermitate în inevitabilitatea progresului, însă își declina orice răspundere pentru oricare dintre efectele lui dăunătoare și periculoase. Dar, cu toate că bogăția și autoritatea acestei intelectualități crescuse, ca poziție politică și economică decăzuse. Puterea industriei și a finanței sporise mult mai repede decât cea a științei. În timp ce în secolul al XVIII-lea savanții de seamă se aflau în relații de prietenie și rudenie cu marii industriași, în secolul al XIX-lea relativ puțini puteau sau doreau cu adevărat să ocupe o poziție în sfera bogăției și puterii.

Intr-adevăr, cu toată dezvoltarea și extinderea ei în secolul al XIX-lea, știința reușea doar sporadic să treacă fie mai sus, fie mai jos de cercul claselor de mijloc. Străduințele contelui Rumford la sfârșitul secolului al XVIII-lea de a întemeia un institut pentru calificarea mecanicilor au dus, după câțiva ani, la întemeierea unui Institut regal pentru divertismentul științific al nobilimii și al mării burghezii și totodată, dar numai întâmplător, la crearea unui excelent laborator de cercetări. Alte institute pentru pregătirea de mecanici au reușit în mai mare măsură să-și atingă obiectivul inițial, în special acela înființat la Londra în 1823, din care avea să se ridice Colegiul Birkbeck (p. 748, 826). Aceste institute, ca și conferințele instructive ținute pentru clasele de jos de distinși oameni de știință ca Thomas Henry Huxley, ajungeau numai pînă la o parte neînsemnată din noua clasă muncitoare, căreia îi dăduse ființă revoluția industrială. În ceea ce privește învățămîntul tehnic, acesta aproape a fost inexistent în Anglia, patria industriei mecanizate, pînă în secolul al XX-lea.^{5.3} Cei care nu se bizuiau sau nu se puteau bizui pe principiul „ajută-te singur” ca o cale de pătrundere în rîndul claselor de mijloc, erau înclinați să considere știința și inovația tehnică, în general, ca un mijloc de reducere a salariilor și de generare a șomajului.

Previziunea că noile forțe ale științei vor da clasei muncitoare posibilitatea să se elibereze de sistemul asupritor al capitalismului, posibilitate care s-a putut întrezări în experiențele de pionierat ale lui Robert Owen, a fost formulată limpede pentru prima oară de Marx în „Manifestul Partidului Comunist”, iar mai tîrziu amănunțit analizată în „Capitalul”; întreaga semnificație a acestei doctrine însă avea să se facă simțită abia în secolul următor.

8. 6. Progresele științei în secolul al XIX-lea

La mijlocul secolului al XIX-lea știința a înregistrat progrese pe un front atât de larg, încît este imposibil să se înfățișeze în câteva pagini mai mult decît principalele ei realizări. Fizica, chimia și biologia și-au extins domeniile și s-au divizat în ramuri separate. S-a întreprins o vastă activitate de cercetare în toate domeniile naturii și tehnicii — lucru pe care îl visase Bacon, dar nu izbutise să-l realizeze — de către oameni bine pregătiți în domeniile observației, experimentării și calculului, moștenite de la secolele al XVII-lea și al XVIII-lea. Toate ramurile care se dezvoltaseră mai înainte au continuat să-și adîncească cercetările și să găsească noi posibilități de aplicații practice.

Triumful chimiei

Chimia a fost, îndeosebi, știința secolului al XIX-lea. Aceasta în primul rînd pentru că era principala știință auxiliară a industriei textile, care în tot cursul secolului a constituit cea mai importantă industrie. După cum se va arăta la locul cuvenit (p. 447 și urm.), chimia s-a ridicat pe temelia trainică a instaurării revoluționare a teoriei atomice și în scurt timp a ajuns să poată lucra cu toate tipurile de substanțe. Este important să subliniem aici că, pe măsură ce secolul înainta, chimia izbutea să coloreze, atît la propriu, cît și la figurat, toate produsele manufacturii. Noi materiale sintetice ieftine — surrogate, parfumuri, coloranți, în bună parte extrase din gudron — au înlocuit produsele naturale prea scumpe și insuficiente pentru satisfacerea noilor piețe. În cadrul acestui proces de tranziție, centrul cercetărilor chimice s-a mutat din locul lor de baștină, Anglia secolului al XVIII-lea, trecînd prin Franța, unde au fost sistematizate și lărgite, în Germania, prima țară în care multiplele lor întrebuințări au fost realizate în practică. Această trecere avea să se dovedească plină de funeste consecințe în secolul următor.

Conservarea energiei

În cadrul acestui progres activ al științei vechi și noi, două mari generalizări se impun ca cele mai importante contribuții ale secolului al XIX-lea. Una, în domeniul fizicii, este teoria conservării energiei, cealaltă, în domeniul biologiei, este teoria evoluției. Prima, după cum vom vedea (p. 424), reprezintă rodul înțelegerii de către o serie întreagă de oameni de știință, de la Carnot la Helmholtz, a importanței pe care o prezintă

ca principiu cosmic posibilitatea transformării diferitelor forme de energie una în alta. De fapt, această teorie a fost inspirată de studiul transformării cărbunelui în energie, ceea ce fusese realizat în mod practic de mașina cu abur încă la începutul revoluției industriale. Ea a căpătat din ce în ce mai mult o formă matematică și a devenit o știință, *termodinamica*, a cărei primă lege, conservarea energiei, este legată de o a doua lege a ei, care arată că utilizarea ei este limitată. Este caracteristic pentru acele vremuri că a doua lege a fost descoperită de Sadi Carnot încă în 1824, întrucât tocmai această lege și nu prima determină cantitatea de lucru mecanic ce poate fi obținută din fiecare tonă de cărbuni printr-o mașină de un tip dat. Pe atunci randamentul mașinilor se ridica rareori pînă la 5%.^{5.3}

Prima lege a termodinamicii stabilește un principiu de unificare potrivit căruia forțele naturii, cercetate pînă atunci separat, mișcarea corpurilor materiale, sunetul, căldura, lumina, electricitatea și magnetismul pot fi măsurate, toate, cu aceleași unități, unitățile de *energie*, a cărei cantitate în univers nici nu crește și nici nu descrește. Formularea ei reamintește după secole spusele lui Heraclit (p. 120) despre aceste schimbări: „Toate se preschimbă în egală măsură cu focul și focul cu toate — așa cum mărfurile se schimbă pe aur și aurul pe mărfuri“, și este, fără îndoială, expresia fizică a principiului comerțului liber, introdus în practică chiar în acele vremuri. Legea conservării energiei a reprezentat o strălucită extindere a legii lui Newton cu privire la conservarea mișcării, dar, ca și aceasta, nu conținea în sine nimic despre posibilitatea transformărilor progresive. Transformarea rezulta, de fapt, din a doua lege, dar mai curînd sub forma unei degenerări decît a progresului, întrucît arăta că în orice sistem închis căldura și frigul trebuie pînă la urmă să se contopească într-un amestec călduț uniform, din care nu se mai poate obține energia (p. 426).

Evoluția

O astfel de concepție nu se prea potrivea cu mentalitatea progresistă și optimistă a burgheziei secolului al XIX-lea, care găsisse o justificare științifică pe placul ei în teoria *evoluției*. Ideea că Pămîntul are o lungă istorie nu era nouă. Într-adevăr, după cum vom vedea (p. 468 și urm.), această idee începuse să prindă formă în secolul al XVIII-lea, recunoașterea ei oficială fiind împiedicată de prejudecățile clericale, mai ales datorită reacțiunii de la începutul secolului al XIX-lea. O dată cu ideea evoluției s-a ajuns și la înțelegerea faptului că animalele și plantele au fost odinioară cu totul diferite de ceea ce sînt

acum ; de asemenea în mod firesc s-a emis ipoteza că acestea din urmă provin, probabil, din formele lor anterioare. În orice caz, datele care s-au acumulat treptat în tot cursul secolului al XIX-lea și care își aveau izvorul în experiența epocii construcției de canale și căi ferate, făceau ca orice altă explicație să pară greu de admis. În același timp, cunoașterea din ce în ce mai aprofundată a răspîndirii și clasificării animalelor și plantelor făcea ca ideea unei creații speciale să pară din ce în ce mai arbitrară. Totuși, au trebuit să treacă ani întregi de muncă anonimă, depusă de generații de geologi și biologi, pînă cînd lumea a putut fi determinată să dea ascultare și să accepte ideea unei evoluții organice, cu corolarul ei jignitor că omul se trage din animale. A fost nevoie de întreaga inteligență, de competența și de reputația științifică a lui Charles Darwin, pentru ca proclamarea unei idei atît de radical nouă, expusă în lucrarea sa „Originea speciilor”, să găsească ecou chiar în 1859.

Din momentul în care a fost emisă, teoria evoluției a devenit centrul unei bătălii științifice, ideologice și politice. Aproape fără să vrea, Darwin a făcut în doctrina platoniană a formelor ideale ale lumii însuflețite o breșă tot atît de mare ca cea practică de Galilei în lumea neînsuflețită. Darwin a făcut însă mai mult decît să proclame evoluția ; el a oferit și un mecanism, *selecția naturală*, care a distrus pînă și ultimul temel al categoriei aristotelice a cauzelor finale. Nu este de mirare că teologii, adepți ai finalismului lumii, au negat evoluția. Mult mai jignitoare era ideea că însuși omul, acest unic cel al creației, nu este mai mult decît o maimuță deosebit de izbutită. Aceasta părea că zdruncină nu numai doctrina religiei, dar și toate valorile eterne ale filozofiei raționale. De altfel, amîndouă aveau să se refacă ușor după lovitura primită (p. 486).

În acea vreme însă, teoria evoluției se afla în centrul luptei dintre progres și reacțiune. Ea și-a găsit atît adepți, cît și dușmani. Această teorie era o armă în mîna industriaișilor cu vederi materialiste împotriva conservatorilor sentimentali, pe de o parte, și împotriva socialiștilor idealști, pe de altă parte. Ea părea să dea o binecuvîntare științifică practicării concurenței neîngrădite și să justifice bogăția celor ce reușeau, prin doctrina *supraviețuirii celor mai apti*. Pe măsură ce concepțiile lui Darwin cîștigau teren și dobîndeau sprijinul entuziast al unei noi generații de savanți, știința a început să adopte din nou un ton radical, deși era încă departe de a fi socialistă.

Curentul de gîndire predominant, determinat de John Stuart Mill, Auguste Comte (1798—1857) și Herbert Spencer (1860—1903), tindea să justifice, apelînd la logică și știință, libera inițiativă și să preamărească secolul al XIX-lea ca era

în care omul a găsit, în sfârșit, calea cea dreaptă (p. 762). Această eră nu era încă perfectă ; mai existau unele tare ale trecutului care trebuiau lichidate, dar progresul avea să se desfășoare în continuare ; acest progres era însă conceput ca o prelungire directă a prezentului : mai multe mașini, mai multe invenții, o mai mare acumulare de bogății și chiar mai mult confort, câștigate cinstit de săracii virtuoși, care respectă cu sfințenie principiul „ajută-te singur”. Samuel Smiles (1812—1904), care a pus în circulație această maximă în seria sa de biografii ale făuritorilor industriei moderne, a dat dovadă de un subtil simț istoric, depășindu-și cu mult contemporanii. Deși adept al doctrinei individualismului brutal, el și-a dat seama spre sfârșitul vieții că se simțea nevoia de ceva mai mult decât de principiul „ajută-te singur” și a devenit un susținător activ al organizării învățământului tehnic pentru muncitori. ^{5.80}

Apariția socialismului

Ce gîndeau cei săraci despre binefacerile progresului a dovedit mișcarea cartistă și celelalte mișcări revoluționare de la mijlocul secolului, iar la sfârșitul acestei perioade revoluționara Comună din Paris din 1871, apărută ca urmare a mizeriilor războiului și asediului. Concepțiile filozofului celor exploatați, Karl Marx, despre care vom vorbi mai mult la locul cuvenit (p. 750 și urm.), erau străine păturilor de intelectuali înstăriți. Totuși, cei mai cinstiți dintre aceștia nu puteau să nu vadă și să nu simtă ce se petrecea în jurul lor și și-au dat astfel seama că exista ceva profund nedrept chiar în inima prosperității secolului al XIX-lea. Artiști, poeți și scriitori s-au simțit îndemnați să protesteze împotriva aspectelor îngrozitoare ale vieții din noile orașe industriale, împotriva degradării universale a frumosului, împotriva etalării vulgare a bogățiilor. În împotrivirea lor, acești intelectuali au recurs în primul rînd la încercarea de a reveni la un „ev mediu” idealizat. Keble (1792—1866) și mișcarea de la Oxford, Ruskin (1819—1900) și prerafaeliții au constituit primele reacții care, spre sfârșitul secolului aveau să se integreze în socialismul viguros al lui William Morris (p. 774).

Știința și cultura

Respingînd industrializarea, mișcarea literară și artistică respingea într-o largă măsură și știința, pe care o considera, nu fără un oarecare temei, ca identificîndu-se cu producția mecanizată și cu tot ce adusese aceasta. ^{5.24} Din această perioadă de la mijlocul secolului datează ruptura dintre umaniști și oamenii de știință, care este o trăsătură atît de caracteristică

a vremurilor noastre. Efectul ei imediat l-a constituit împiedicarea colaborării dintre cele două ramuri de intelectuali, fără care nu este posibilă nici o critică constructivă a sistemului economic și social. Umaniștii n-au știut niciodată prea bine cum funcționează acest sistem pentru ca să poată nutri față de el altceva decât sentimente ineficiente; oamenii de știință ajunseseră insensibili printr-o înstrăinare conștientă de toate domeniile — artă, frumos sau dreptate socială — care nu intrau în sfera lor de activitate, devenită încă de pe atunci extrem de specializată. 1.2.146

8. 7. Sfârșitul secolului al XIX-lea (1870—1895)

Încă în ultimii ani ai deceniului al 6-lea, prima fază simplă, optimistă, a capitalismului premonopolist începuse să se apropie de sfârșit. Marea criză economică, care se făcuse simțită încă din deceniul al 7-lea, a marcat trecerea de la era capitalismului liberei concurențe, în timpul căreia Anglia a fost atelierul industrial al lumii, la aceea a unui nou capitalism financiar, cu o bază mult mai largă, în care Franța, Germania și Statele Unite s-au situat pe primul plan, bucurându-se de avantajul unor piețe asigurate. Uriasele forțe de producție descătuse de revoluția industrială începuseră încă de atunci să pună în fața proprietarilor de întreprinderi, problema surplusurilor din ce în ce mai mari de produse. În condițiile capitalismului, acestea nu puteau fi restituite muncitorilor care le produceau. Investite în țară, ele duceau la o și mai mare supraproducție și la o și mai înfrigurată căutare în lumea întreagă a unor noi piețe, care în scurt timp deveneau saturate. Aceasta a dus la expansiunea colonială, la războaie mici și la pregătiri pentru războaiele mari care aveau să izbucnească în secolul următor.

Având un caracter de tranziție, aceasta este o perioadă greu de demarcat, mai ales în domeniul științei. Desigur, este mai ușor să faci acest lucru retrospectiv decât s-ar fi putut face pe vremea aceea, întrucât transformările au fost treptate, fără vreo întrerupere însemnată a continuității. Celor ce au trăit în această perioadă li s-a părut că știința înainta într-un ritm din ce în ce mai rapid. Totuși, începuseră să apară îndoieli dacă folosirea ei ar duce la un viitor de progres nelimitat și binefăcător. Aruncând o privire în trecut, ultimii ani ai secolului al XIX-lea ne apar ca o perioadă care a reprezentat simultan un sfârșit și un început, o încheiere calmă a marelui avânt științific din perioada newtoniană și o pregătire pentru revoluțiile științifice și politice mai furtunoase din secolul al XX-lea.

În industrie, aceasta a fost de asemenea o perioadă de tranziție. În timp ce vechile ramuri industriale continuau să se dezvolte mai încet în Anglia și extrem de repede în Germania și în Statele Unite, caracterul lor suferea o schimbare. Concurența dintre micile firme de familie a dus la formarea de mari societăți pe acțiuni, care aveau să se transforme curînd în marile monopoluri ale secolului al XX-lea. Această tranziție a fost deosebit de accentuată în industria metalurgică și constructoare de mașini, în care știința a fost din nou introdusă, după ce vreme îndelungată fuseseră conduse de oameni ai practicii, și mai mult încă în noile ramuri industriale — chimică și electrotehnică —, care își datorau apariția în întregime științei. Odată cu dezvoltarea acestora apar pentru prima oară oameni ca lordul Kelvin, Edison, Siemens și Brunner, care nu mai sînt oameni de afaceri deveniți oameni de știință, ci oameni de știință deveniți oameni de afaceri.^{5.3}

Observăm, de asemenea, pentru prima dată aplicarea pe scară largă a științei la domeniul războiului: submarinul, torpila, explozivele puternice și tunurile mari, care marchează începutul mecanizării războiului. Principalele caracteristici ale industriei la sfîrșitul secolului al XIX-lea au fost apariția oțelului ieftin și introducerea energiei electrice. Această perioadă a marcat, de asemenea, începutul folosirii motoarelor cu ardere internă, care aveau să revoluționeze transporturile în secolul următor. Nu mai puțin importante prin consecințele lor finale au fost primele succese ale medicinei științifice, care au constatat în reducerea morbidității provocate de bolile infecțioase, îngăduind astfel exploatarea regiunilor tropicale.

Epoca oțelului

Primul pas în direcția folosirii științei în scopul transformării industriei tradiționale a fierului a fost făcut de Bessemer (1818—1898), el însuși industriaș cu preocupări științifice în cu totul alte domenii decît acela al industriei. Convertizorul său, inventat încă în 1854, a dovedit că se putea produce pe scară largă oțel ieftin, însă folosirea convertizorului era încă limitată pentru că necesita un minereu de calitate superioară. Abia în 1879, după ce Gilchrist Thomas a introdus convertizorul său cu căptușeală bazică, a devenit posibilă folosirea minereurilor de calitate inferioară la producerea oțelului, iar producția de oțel a luat un mare avînt (p. 432).^{5.87}

Toate acestea prezintă pentru istorie o mai mare importanță, prin faptul că au mutat centrul de greutate geografic al industriei grele. Odată cu convertizorul bazic, marile zăcăminte de minereuri fosforoase din Lorena au devenit utilizabile pentru producția de oțel. În 1870 aceste zăcămintele au fost

unificate cu regiunile carbonifere din Ruhr, în urma victoriei obținute de statul prusac, de curînd industrializat, în războiul său împotriva Franței.

Apariția industriei germane

Astfel a apărut în Europa un centru al producției de oțel care în scurt timp avea să ajungă și să întrecă pe aceea a Angliei și care avea să formeze baza unei industrii mai bine organizate și mai strîns legate de stat decît cea engleză. Totuși, Anglia, cu diferitele ei ramuri industriale bazate pe libera concurență, mai deținea încă un rol de frunte, deși diminuat, pe piețele mondiale, datorită în special influenței pe care o exercita asupra regiunilor nedezvoltate din punct de vedere industrial ale lumii.

Rivalitățile erau inevitabile și aveau să constituie cauza primordială a războaielor din secolul următor. În primele lor etape, ele s-au manifestat — în bună parte din cauza disponibilităților de oțel ieftin — în exporturi de capital sub formă de șine de cale ferată, locomotive, precum și mașini agricole și de minerit, în vederea exploatării de noi teritorii. Aceste exporturi s-au adăugat la desfacerea — încă în creștere — de țesături, obiecte de podoabă, arme ușoare și produse de fier, pe care se bazase colonialismul de la mijlocul secolului al XIX-lea. Ceea ce rămînea din oțel și mai ales din aliajele de oțel de curînd realizate se folosea la construcția de crucișătoare și tunuri de mare calibru (p. 497 și urm).

Industria electrotehnică

Electricitatea, după cum am văzut, a jucat un rol esențial în revoluția care a avut loc la mijlocul secolului al XIX-lea în domeniul mijloacelor de comunicație. Obținerea electricității prin forță mecanică și folosirea ei în instalații de forță deveniseră întru totul posibile (p. 443) după descoperirea de către Faraday a inducției electromagnetice și după prezentarea generatorului său în 1831. În esență, motivele pentru care această descoperire a rămas nefolosită timp de 50 de ani au fost, după cum se va arăta, nu de ordin tehnic, ci economic.^{5.3} La mijlocul secolului al XIX-lea industria se baza pe instalații de forță relativ puternic concentrate: mașina cu abur fixă pentru fabrici, locomotiva sau motorul de navă pentru tracțiune. Singurul mijloc de transmitere a energiei la distanțe mari consta în transportul cărbunelui pe apă. Mai tîrziu, mecanizarea tot mai accentuată a ramurilor industriale mici avea să reclame instalații de forță mai mici decît cele ce puteau fi acționate în mod eficient cu abur. Soluția a fost găsită mai întîi în motorul

cu gaze, primul motor utilizabil cu ardere internă, precursorul motoarelor cu păcură și benzină care aveau să revoluționeze transporturile în secolul al XX-lea.

Motorul electric avea să se dovedească un mijloc mult mai ușor de adaptat în vederea satisfacerii nevoii de mici instalații de forță fixe pentru industrie. Întreaga sa valoare depindea însă de existența unei vaste rețele de alimentare cu energie electrică, care nu putea fi creată decât pe baza unor cerințe mai largi decât cele ale industriei. Aceste cerințe aveau să se nască din evoluția nevoilor edilitare. Pe măsură ce secolul înainta, se instalau rețele ramificate de aprovizionare cu apă și gaz, iar mai târziu linii de telegraf și de telefon. Un telegrafist întreprinzător, Thomas Alva Edison (1847—1931), a luat-o înaintea altor concurenți, deschizând calea pentru o altă extindere a perfecționărilor de acest fel: invenția iluminatului electric (p. 445).

Din moment ce trebuia să fie *produsă și distribuită* pentru iluminat, electricitatea putea fi *folosită* și ca izvor de energie: astfel a fost pus la dispoziția industriei și transporturilor un nou mijloc universal și ieftin de distribuire a energiei, care însă n-avea să fie utilizat deplin decât în secolul al XX-lea. Rezultatul perfecționărilor menționate a fost crearea industriei energetice, care spre deosebire de ramurile industriale mai vechi, a avut de la bun început un caracter monopolist și științific. Ea a fost strâns legată de alte monopoluri în curs de formare în domeniul construcției de mașini, al telegrafului și telefoanelor. Pentru știință ea a avut o altă importanță capitală, și anume faptul că a creat laboratorul de cercetări industriale. Laboratorul Menlo Park al lui Edison, la origine un simplu hambar pentru experimentarea invențiilor, a dovedit necesitatea experimentării continue în strânsă legătură cu producția.^{5.72}

Medicina științifică

În timp ce aceste succese transformau mediul înconjurător al omului, începea să se contureze un alt progres de mare importanță: medicina științifică. Motivul pentru care apariția acestei ramuri a științei a avut loc atât de târziu constă în faptul că structura organismelor vii este cu mult mai complicată decât aceea a celui mai complex sistem mecanic sau chimic, astfel încât această structură trebuia să fie înțeleasă înainte de a începe un studiu mai aprofundat al organismelor.

Medicina a existat sub forma magiei și ca o profesiune chiar de la începuturile civilizației, însă, cu toate progresele realizate în cunoașterea anatomiei și a fiziologiei în timpurile

antice și moderne, medicul abia dacă putea să facă ceva mai mult decât să aline întrucâtva suferințele și spaima pacientului și să prevadă, într-un mod mai mult sau mai puțin precis, desfășurarea bolii. Întrucât în majoritatea cazurilor, bolnavii se însănătoșesc de la sine, îngrijirea acordată de medic era de obicei răsplătită. Interminabilul tabel al medicamentelor existent în farmacopee fusese compilat, în parte, după leacurile medicinei antice, bazate pe un amestec de medicină populară și de magie, și, în parte, după medicamentele bazate pe săruri cu efect puternic, introduse de Paracelsus în epoca Renașterii (p. 272) ; aproape toate erau inutile.

Din când în când, se descopereau unele tratamente preventive specifice, de exemplu folosirea chininei contra malariei și a vaccinării contra variolei, dar numai datorită unor întâmplări fericite ; însă, din lipsă de experiență sau de cunoștințe teoretice adecvate, generalizarea lor a fost imposibilă. După cum se va arăta mai departe, descoperirile ce se datoresc aplicării chimiei la vechile ramuri industriale legate de biologie — prepararea berii și a vinului — au dus pentru prima oară la înțelegerea faptului că bolile ucigătoare, ca antraxul, turbarea, holera și ciuma, sînt rezultatul invadării corpului de către organisme vii din afară și au arătat totodată modalitatea de combatere a infecției provocate de aceste organisme, mai mult chiar, de evitare a îmbolnăvirii (p. 476 și urm).

De acum înainte, cel puțin în principiu, calea înfrîngerii maladiilor era deschisă. În stadiile sale inițiale, ea a arătat că prin folosirea științei omul poate să învingă ceea ce în trecut i s-a părut totdeauna un blestem al soartei sau voința de nepătruns a providenței, care scăpa de sub controlul oamenilor. Dacă n-ar fi decît acest lucru, știința și-ar justifica existența. Dar progresele noii științe medicale au scos și mai mult în evidență condițiile de mizerie atît în țările industriale, cît și în cele coloniale, pe care se ridica edificiul civilizației ce părea atît de bogată și de puternică. Principalele cauze ale bolilor nu erau microbii, ci condițiile care le dădeau posibilitatea să se înmulțească și să se răspîndească și nici un vaccin sau ser nu putea să înlăture acest rău, generat de însuși sistemul economic.

Goana după colonii

Către sfîrșitul secolului al XIX-lea, populația Europei industrializate, concentrată mai cu seamă în regiunile carbonifere din jurul Mării Nordului, se înmulțise atît de mult, încît nu mai era în stare să se întrețină direct, din resursele proprii. Cantități din ce în ce mai mari de alimente și de materii prime

trebuiau importate din Europa răsăriteană, în special din Rusia, precum și din America. Aceste necesități au dus la o transformare rapidă a metodelor folosite în agricultură, precum și în conservarea și transportarea alimentelor. Dezvoltarea mașinilor agricole, deși în general nu mărea producția la hectar, făcea să sporească în mare măsură productivitatea pe cap de lucrător. Aceasta convenea îndeosebi țărilor cu suprafețe mari și populație puțină, deci Americii, dar nu și țărilor cu o agricultură veche, încă feudală, din Europa răsăriteană și din Asia.

Introducerea mașinilor agricole paralel cu folosirea transportului feroviar și naval au modificat radical atitudinea omului față de rezervele sale de alimente. Înainte vreme, chiar după ameliorările din secolul al XVIII-lea, aproximativ 80—95% din alimentele produse erau consumate pe loc. Muncitorii de la orașe și trântorii bogați, reprezentând totdeauna o mică minoritate, puteau să dispună doar de restul de 5—20%. Țări care trăiau din comerț, ca Olanda în secolul al XVII-lea, sau din manufactură, ca Anglia în secolul al XIX-lea, puteau să întrețină o numeroasă populație urbană numai storcând din micul surplus agricol individual al milioanelor de țărani din întreaga lume. Acum, folosind mașinile agricole, muncitorii agricoli puteau să rămână o minoritate în continuă descreștere și totuși să dea orașelor un surplus de produse în cantități pînă atunci de neînchipuit. La început această schimbare s-a referit numai la produsele cerealiere, dar principiul concentrării alimentelor în orașe s-a putut extinde la carne și pește prin crearea unei industrii frigotehnice și a conservelor în cutii ermetice închise. Aceasta necesita o vastă muncă de cercetări și invenții în domeniul fizicii, chimiei și biologiei.

Aceste metode ale exploatării mecanizate, aplicate în cea mai mare parte în regiunile cu pămînturi virgine, au avut multe trăsături comune cu explorările subsolului, larg răspîndite în acea perioadă; dar, întrucît erau efectuate pe întinderi mari, efectele lor au fost mult mai distrugătoare. Epuizarea solului a fost numai în parte compensată prin folosirea îngrășămintelor artificiale, calea fiind astfel deschisă pentru eroziunea pustiitoare a solurilor care avea să se înfăptuiască în secolul următor.

Prin atragerea regiunilor din apus și răsărit mai întîi în sfera exploatării agricole, apoi a celei industriale, care devenise posibilă mai cu seamă datorită folosirii oțelului în construcțiile de mașini agricole și de mijloace de transport, capitalul financiar din țările mai vechi și-a găsit cea mai rentabilă sferă de investiții. Soarta investițiilor în aceste două părți ale lumii avea să fie cu totul diferită. America de Nord care

de la început a fost o colonie a burgheziei, își producea, încă înainte de războiul civil, capitaliștii ei autohtoni, care se îmbogățeau din resursele pînă atunci virgine ale continentului american și din munca a zeci de milioane de emigranți săraci din Europa. În scurt timp, familiile Dupont, Astor, Rockefeller și Morgan aveau să întrecă în bogăție și putere pe precursorii lor europeni și să transforme Statele Unite în citadela capitalismului.

În Rusia, dimpotrivă, absolutismul și rămășițele feudalismului, paralel cu activitatea de exploatare hrăpăreață dusă de capitaliștii englezi, francezi și germani, au oprit pentru cîtva timp dezvoltarea țării; iar cînd aceștia au fost măturați de Revoluția din Octombrie, a fost deschisă calea pentru dezvoltarea primului stat socialist.

În Răsărit, India continua să rămînă sub jugul unei exploatare directe, iar China al uneia indirecte. Unui alt stat, Japonia, i s-a permis să devină un model de valoare civilizatoare a capitalismului autohton, cu toate aparențele noii culturi „occidentale”, inclusiv știința, deși aceasta a fost folosită pentru a ridica pe o bază feudală un stat rapace, prădalnic și militarist.

8. 8. Știința la sfîrșitul secolului al XIX-lea

Într-o perioadă atît de scurtă și atît de bogată în realizări practice cum a fost ultima parte a secolului al XIX-lea, nu era de așteptat să se poată înregistra multe progrese teoretice importante. În domeniul științelor fizice, perioada aceasta a fost în primul rînd o perioadă de tranziție, în care au fost valorificate marile realizări de la începutul secolului al XIX-lea și, totodată, au început cercetări de un gen nou care aveau să ducă la progresul impetuos din secolul al XX-lea. Pe de altă parte, în domeniul biologiei au fost croite căi noi în studierea microbilor și în abordarea fiziologiei pe baza unei concepții fizico-chimice.

Teoria electromagnetică a luminii

În fizică, cea mai importantă realizare din această perioadă a constituit-o *elaborarea teoriei electromagnetice a luminii* de către Maxwell. Acesta a emis o teorie cuprinzătoare care îmbina rezultatele experiențelor și teoriilor a două generații de fizicieni în diferite domenii ale acestei științe — electricitatea, magnetismul și optica —, dîndu-i o formulare matematică simplă. Deși această teorie reprezenta în sine un succes al fizicii matematice, pentru a putea fi verificată avea nevoie de stabilirea unor unități de măsură precise pentru elec-

tricitate, sarcină care s-a ridicat imperios o dată cu apariția industriei electrotehnice. La rîndul lor, ecuațiile lui Maxwell aveau să constituie baza teoretică a viitoarei industrii de mașini electrice, care reprezintă o interacțiune complexă a teoriei cu practica.

Teoria electromagnetică era o realizare culminantă care a împlinit visul lui Faraday, acela de a dovedi că toate forțele naturii sînt corelate. Împreună cu legile termodinamicii, ea părea să implice o anumită finalitate în fizică, idee care avea să fie categoric infirmată în secolul al XX-lea. Această teorie avea să fie însă și un început, deoarece concepția ei centrală — necesitatea teoretică a existenței undelor electromagnetice — avea să ducă la demonstrarea lor experimentală de către Hertz, în 1888, și de aici la utilizarea lor practică în telegrafia fără fir și la tot ce avea să rezulte din această descoperire.

Tabelul periodic al elementelor

În domeniul chimiei, această perioadă a inclus o generalizare de cea mai mare importanță : *tabelul periodic* al elementelor al lui Mendeleev (p. 530), publicat în 1869, care în epoca aceea părea de asemenea să fixeze o limită existenței felurilor de materie fundamental diferite ; în realitate însă el avea să-și găsească deplina interpretare într-o nouă concepție despre structura materiei, potrivit căreia aceasta nu este compusă din atomi invariabili, ci din asocieri relativ instabile ale cîtorva particule elementare, ele însele supuse schimbării și transformării. Mendeleev a fost un Copernic al sistemului atomic ; Galileul și Newtonul acestuia urmau abia să apară.

În chimia organică, de îndată ce au fost înlăturate confuziile pricinuite de refuzul de a accepta teoria atomică, s-a înregistrat un strălucit și sistematic progres în interpretarea structurilor substanțelor naturale și ceea ce e mai impresionant, în sinteza deliberată a unor substanțe noi. Către sfîrșitul secolului, cercetările în domeniul chimiei erau pe deplin încorporate ca parte esențială a noii industrii chimice, care după succesele în domeniul coloranților sintetici, se îndrepta spre altele, în domeniul medicamentelor sintetice (p. 463). Chimistii deveniseră atît de numeroși, încît reprezentau mai bine de jumătate din numărul total al lucrătorilor științifici.

Laboratoarele de cercetări

Utilizarea pe scară mai largă a științei și a oamenilor de știință făcea necesară extinderea învățămîntului științific și a organizării științei. Singura inovație de ordin organizatoric a constituit-o înființarea laboratoarelor de cercetări indus-

triale, care s-au născut aproape pe nesimțite din atelierele sau cabinetele particulare de experimentare ale inventatorului transformat în om de afaceri, ca Siemens sau Edison. În același timp s-au dezvoltat și laboratoarele universitare, datorită simplului fapt că noile posibilități de utilizare a științei însemnau noi posibilități de câștig și atrăgeau din ce în ce mai mulți studenți. Astfel, în ciuda tuturor afirmațiilor cu privire la caracterul ei dezinteresat, știința academică din această perioadă a ajuns să depindă în ultimă instanță de succesul științei în industrie. Totuși, în majoritatea cazurilor s-a acordat științei posibilitatea de a se bucura de o libertate considerabilă atâta timp cât respecta limitele convenționale în politică și religie.

Dominația științei germane

Activitatea științifică a luat cea mai largă dezvoltare în Germania, care, bazându-se pe numărul mare al universităților ei, pe școlile tehnice superioare de curînd înființate și pe numărările ei reviste și *manuale*, manifesta tendințe tot mai pronunțate de a ocupa o poziție dominantă în lumea științifică la sfîrșitul secolului. Anglia și Franța, bîzindu-se pe marile lor tradiții, se opuneau acestei tendințe, însă limba germană a devenit limba internațională predominantă în știință, iar profesorii germani au creat un fel de imperiu științific, care cuprindea întreaga Europă nordică, centrală și răsăriteană și exercita o influență considerabilă asupra științei din Rusia, Statele Unite ale Americii și Japonia. Profesorul german era pe cale să devină un model pentru oamenii de știință din întreaga lume. Ca mai toți intelectualii germani, el acceptase coaliția dintre feudalismul militar și marea finanță, care conducea acest stat de curînd industrializat și expansionist. Această loialitate avea să dea orientarea următoarei etape a dezvoltării științei, în care ea avea să fie folosită în interesul statului, în primul rînd în scopuri militare.

Marea criză economică

Sfîrșitul secolului al XIX-lea, ca și începutul său, a fost marcat de reacțiunea în domeniul filozofiei, care tindea să delimiteze riguros cîmpul de activitate și însemnătatea științei. Însă, pe cînd reacțiunea precedentă fusese orientată împotriva influenței revoluției franceze, aceasta din urmă era dictată de un sentiment de îngrijorare față de posibilitatea unei revoluții sociale. Cu toată imensa bogăție produsă de industrie, a cărei activitate lua un caracter din ce în ce mai științific, cu toate perspectivele unor noi progrese, starea de

tensiune în viața socială părea mai degrabă să crească decât să slăbească și nu se putea nega că intelectualii erau cuprinși de dezamăgiri și deznădejde, de o atmosferă de *fin de siècle* care avea să se dovedească cât se poate de îndreptățită. Socialismul marxist, în special în Europa, părea să ofere muncitorilor industriali o alternativă promițătoare. De aceea tocmai aici curentul filozofic a fost influențat în modul cel mai direct de toate aceste probleme, dar nici Anglia și nici America, în ciuda tradiționalei lor indiferențe față de filozofie, n-au rămas în afara influenței lor.

A avut loc o îndepărtare de la materialismul spontan și optimist de la mijlocul secolului și o întoarcere spre neopozitivismul lui Mach (1838—1916) și Ostwald (1853—1932), care, sub pretextul purificării științei de construcții intelectuale, inutile, au înlăturat materia, înlocuind-o prin complexe de senzații sau ficțiuni convenabile. Acest curent filozofic și altele de aceeași natură, ca acel „elan vital” al lui Bergson (1859—1941) și pragmatismul lui William James (1842—1910), tindeau toate să elimine din știință conținutul ei revoluționar, să ridiculizeze concepția că folosirea științei ar putea aduce vreo îmbunătățire importantă în soarta omului și s-o facă acceptabilă pentru religia oficială și pentru stat (p. 769 și urm).

Aceste curente filozofice n-au reprezentat, de fapt, decât simple simptome ale absorbirii științei de mecanismul capitalismului, o consecință a faptului că știința devenea tot mai necesară tehnicii. Schimbarea intervenită în atitudinea oamenilor de știință față de știința pură și declinarea de către ei a răspunderii sociale ce le revenea au fost înlesnite de sporirea subvențiilor, care ofereau posibilitatea unei mai înalte specializări și de faptul că li s-a acordat în mod discret demnități și sprijin. Creșterea numărului de oameni de știință a contribuit de asemenea la accentuarea tendinței de conformism și a fugii de răspundere. Către sfârșitul secolului nu mai erau decât foarte puțini oameni de știință independenți; majoritatea lor erau salariați ai universităților sau ai guvernului și își însușeau mai mult ca oricând mentalitatea clasei dominante.

Este greu de spus în ce măsură dezvoltarea științei a fost ținută în loc de aceste tendințe conformiste, întrucât, în istorie influența lor a fost covârșită de uriașele proporții luate de știința însăși. Dar faptul că un asemenea efect de frînare s-a manifestat pare a fi confirmat de toate studiile amănunțite asupra dezvoltării științelor particulare.⁶⁻³ Este vorba nu atât de faptul că unele fenomene au fost trecute cu vederea sau că, atunci când au fost observate, nu s-au tras din ele concluzii a căror evidență a reieșit mai târziu, deși acest lucru s-a întâmplat desigur în repetate rînduri. Mai cu-

Prin urmare este vorba de faptul că în sistemul social din ultima parte a secolului al XIX-lea n-a existat un adevărat simț de orientare sau o înțelegere a importanței relative a diferitelor domenii de activitate. Dacă ar fi existat această orientare multe dintre marile descoperiri care aveau să apară la sfârșitul secolului ar fi putut să fie făcute cu 20 de ani înainte sau și mai mult. Eforturile depuse pentru infructuoasa prelucrare a teoriilor vechi ar fi ajuns cu prisosință pentru emiterea unor teorii noi. Se poate spune că o astfel de idee era străină științei din vremea aceea — unii susțin că așa stau lucrurile și astăzi —, însă nu poate exista nici o îndoială că avântul științific general și organizat din perioadele importante, ca acelea de la mijlocul secolului al XVII-lea sau de la sfârșitul secolului al XVIII-lea și chiar de la mijlocul secolului al XIX-lea, părea să se fi stins; el avea să reapară însă cu toată vigoarea abia în frământata perioadă a secolului al XX-lea.

Cu aceasta se încheie expunerea asupra dezvoltării generale a științei în secolele XVIII-XIX. O apreciere generală a realizărilor acestei mari ere va fi făcută la sfârșitul capitolului al 9-lea, după ce va fi examinat mai amănunțit progresul diferitelor ramuri ale științei.

CAPITOLUL 9

DEZVOLTAREA ȘTIINȚEI ÎN SECOLELE AL XVIII-LEA ȘI AL XIX-LEA

9. 0. Introducere

Relațiile dintre știință și societate în secolul al XVIII-lea nu mai pot fi prezentate pur și simplu în ordine cronologică. A fost totuși nevoie să încep printr-o asemenea prezentare, deoarece, dacă n-ar fi fost făcută, istoricul diferitelor ramuri ale științei ar fi fost redus la simple cronici. Dar această prezentare ascunde legăturile interne dintre diferitele științe care se dezvoltă neconținut de-a lungul întregii perioade. În fiecare ramură a științei, creșterea paralelă a gradului de înțelegere și de control al fenomenelor depinde deopotrivă de factori interiori și exteriori. Factorii determinanți de ordin interior sînt faptele implacabile ale naturii : structura materiei, precum și etapele și trăsăturile caracteristice ale evoluției ei. Factorii determinanți de ordin exterior sînt posibilitățile tehnice, sociale și economice și mișcările legate de istoria generală a societății. Toți acești factori, deși poate că nu determină ce anume va fi descoperit sînt totuși hotărîtori în determinarea momentului și a modului în care știința va asimila și acumula fapte noi. Pentru a înțelege pe deplin modul în care se petrece acest proces ar trebui să urmărim istoria științei în amănunțime, înarmați cu cunoașterea unui domeniu mai larg de fenomene și cu mai mult spirit critic decît cel cu care a fost efectuată în mod obișnuit cercetarea pînă în prezent. Nu am pretenția că fac acest lucru aici ; voi încerca numai să exemplific unele principii ale interacțiunii, tratînd în linii mari cîteva domenii ale științei și tehnicii

care, luate împreună, pun în lumină caracterul general al progresului din secolele al XVIII-lea și al XIX-lea.

Domeniile pe care le-am ales sînt următoarele : căldura și energia (9.1), construcțiile de mașini și metalurgia (9.2), electricitatea și magnetismul (9.3), chimia (9.4), biologia (9.5). În ultima parte a acestui capitol (9.6), am încercat să sintetizez întregul material din acest capitol și din cel precedent și să examinez învățămintele ce se pot trage din succesiunea cronologică și tematică a evenimentelor. Temele au fost alese în așa fel, încît să pună în evidență principalele trăsături ale tranziției care a avut loc în secolele XVIII—XIX de la o știință în genere academică la o știință care începea să joace un rol esențial în viața economică a societății. De aceea, cu excepția secțiunii a doua, fiecare temă include unul sau mai multe evenimente cu caracter economic legate de descoperirea unui principiu de importanță științifică fundamentală. Astfel, prima secțiune cuprinde istoricul mașinii cu abur și arată cum încercările de a i se mări capacitatea de producție au dus la descoperirea legilor *conservării și transformării energiei*. A doua secțiune este, dintr-un anumit punct de vedere, un supliment al primei secțiuni, deoarece tocmai datorită cerințelor imperioase ale construcției de mașini cu abur și de alte mașini acționate prin forța aburului s-a ajuns atît la inventarea metodelor de precizie în prelucrarea metalelor, cît și la producerea în cantități mari a unui metal cu calități superioare, ceea ce a dus la *epoca oțelului*. În acest din urmă proces istoric nu este implicat nici un principiu științific important, rolul pe care știința l-a avut în acest proces fiind relativ redus. Studiul construcțiilor de mașini prezintă importanță prin faptul că în primul rînd arată în ce măsură transformările din acest domeniu au depins de contribuția muncitorilor simpli și, în al doilea rînd, prin faptul că demonstrează cît de importantă a fost prelucrarea de precizie a metalelor, atît pentru industrie, cît și pentru știință. În istoria oțelului, accentul cade mai curînd asupra uriașelor progrese tehnice și economice realizate prin folosirea unui volum de cunoștințe științifice relativ reduse.

În secțiunea a treia, care se ocupă de electricitate, lucrurile se prezintă iarăși altfel : este vorba de studiul transformării unui domeniu de interes pur științific și chiar distractiv într-o importantă ramură industrială. Acest studiu ar trebui să servească totodată la punerea în lumină a modului în care aplicarea mecanicii teoretice, elaborată în secolul al XVII-lea, la un domeniu experimental cu totul nou a ajuns să dea naștere în secolul al XIX-lea la noi generalizări de cea mai mare

importantă teoretică. Realizările care au dus la *teoria electromagnetică a luminii* pot fi comparate cu acelea care au dus la teoria gravitației universale a lui Newton. Această teorie în sine reprezintă a doua ipoteză unificatoare importantă care a dat științei secolului al XIX-lea caracterul ei aparent definitiv.

A patra secțiune pune în lumină realizarea principală a științei din secolul al XVIII-lea, care s-a terminat prin ridicarea chimiei (a cărei activitate era pînă atunci disputată de un empirism orb și de teoria mistică a alchimiei), la nivelul științelor cantitative raționale. *Revoluția în domeniul pneumaticii*, legată de numele lui Priestley și al lui Lavoisier, a dus pentru prima dată la o extindere pe scară largă a științei, dincolo de domeniile cultivate de greci. Importanța ei covârșitoare în istoria omenirii constă și în faptul că pentru prima oară știința a pătruns temeinic într-o importantă ramură productivă a industriei, unde s-a dovedit a fi rentabilă. Strînsa asociere care a urmat între chimie și industria textilă, apoi trecerea de la înălbit și coloranți la fabricarea de explozivi și medicamente reprezintă tema care a însoțit și a inspirat *chimia organică* în secolul al XIX-lea.

În sfîrșit, din vastul domeniu al științelor biologice am încercat să scot în evidență două sau trei fire călăuzitoare, care au determinat direcțiile progresului acestor științe. Aici întîlnim, pe de o parte, cercetările în domeniul agriculturii și al medicinei, care au dus în cele din urmă la *microbiologie* și la teoria microbiană a bolilor, elaborată de Pasteur. Pe de altă parte, în acest domeniu s-a desfășurat pasionanta controversă asupra creației lumii, care a dus în ultimă instanță, trecînd prin geologie și istoria naturală, la instaurarea teoriei *evoluției* organismelor vii de către Darwin. Nu încapă nici o îndoială că dintre toate marile realizări ale științei secolului al XIX-lea, inclusiv strălucitele generalizări din domeniul fizicii, numai teoria evoluției poate fi comparată ca importanță cu detronarea teoriei geocentrice de către Copernic și Galilei. De aici înainte omul și-a găsit locul în natură. Numai recunoscînd că provine din regnul animal omul a putut să înțeleagă cît de mult l-au făcut să se deosebească de strămoșii săi influențele exercitate asupra sa de societate și de civilizație. O dată cu acceptarea teoriei evoluției, ultima legătură cu imaginea aristotelică a lumii a fost ruptă, însă implicațiile logice ale imaginii unei lumi făurite de om în locul aceleia a unui mecanism ceresc providențial abia urmau să fie stabilite; această sarcină avea să se dovedească prea greu de rezolvat în cadrul societății capitaliste.

Concentrându-mi atenția asupra principalelor realizări științifice și tehnice din această perioadă, sînt silit în mod inevitabil să simplific foarte mult tabloul și să fac abstracție de serii întregi de chestiuni care ar fi necesar să fie dezbătute în cazul unui studiu cuprinzător. Nu există însă temeii să se presupună că în acest caz, istoria ar apărea în altă lumină. Am vorbit, de exemplu, prea puțin sau aproape de loc despre marea dezvoltare a opticii, care a pornit de la începutul secolului al XIX-lea și a cuprins descoperirea polarizării și a difracției, descoperiri ce au dus la reparația teoriei ondulatorii a luminii, și nici despre spectroscopie și despre analiza spectrală. Aceste realizări aveau să sporească în mare măsură numărul instrumentelor destinate altor ramuri ale științei, să transforme chimia și astronomia, iar în secolul următor să dea o cheie pentru rezolvarea problemei structurii atomului (p. 528). Istoria opticii este plină de exemple de interacțiune între factorii științifici și economici încă din secolul al XIX-lea, înainte de apariția cinematografului și a televiziunii, dar spațiul limitat nu-mi îngăduie să vorbesc aici despre ele. Cu prilejul examinării problemelor ridicate în secțiunile care urmează, vor fi prezentate însă suficiente cazuri de interacțiune pentru ca această lacună să nu se resimtă.

9. 1. Căldura și energia

Studiul căldurii și al transformărilor ei a avut o mare importanță teoretică dar o și mai mare importanță tehnică și economică pentru dezvoltarea civilizației moderne. La început, acest studiu s-a limitat la o simplă extindere a observațiilor asupra naturii, a senzațiilor de cald și rece, a operațiilor de preparare a hranei și a schimbărilor vremii. Încă din timpuri străvechi au existat o sumedenie de speculații în legătură cu căldura. Ea era vădit legată de viață și de foc, ca și de anumite fenomene mecanice.

Inspirîndu-se din legende foarte vechi, filozofii ionieni considerau căldura și contrariul ei, frigul, drept cauzele evoluției universului, căldura provocînd dilatarea și evaporarea, frigul înghețarea și întărirea. Aristotel, îndeosebi în meteorologia sa, a elaborat doctrina calităților — cald și rece, umed și uscat — care combinîndu-se, vor forma cele patru elemente canonice: focul (cald, uscat), apa (rece, umedă), aerul (cald, umed) și pămîntul (rece, uscat) (p. 132).

Această doctrină (o contopire a chimiei și fizicii) a rămas întipărită mii de ani în gîndirea umană, atît în China și în India, cît și în Europa. Doctrina elementelor antagoniste a jucat un rol deosebit de important în medicină, unde feno-

menele de răceală și febră păreau s-o confirme. Fără îndoială, din medicină provin primele noțiuni elementare cu privire la măsurarea căldurii. Despre căldură și frig se presupunea că sînt împărțite fiecare în patru *grade* (sau trepte), primul abia perceptibil, al patrulea mortal. ^{3.19} Prin folosirea medicamentelor care provocau încălzirea sau răcirea pe prima, a doua sau a treia treaptă, se urmărea neutralizarea sau temperarea contrariului acestora, de unde s-a născut și noțiunea de *temperatură*.

Această doctrină filozofică-medicală a dăinuit peste secole cunoscînd o nouă înflorire în epoca Renașterii. Bacon, reluînd ideile lui Telesius, a făcut chiar din opoziția cald și rece una dintre tezele centrale ale filozofiei sale (p. 306). Din timpuri străvechi, căldura a fost asociată cu mișcarea aerului și a vaporilor și tocmai legătura ei cu descoperirile din domeniul pneumaticii din secolul al XVII-lea a determinat trecerea acestei probleme din sfera filozofiei calitative în domeniul științei cantitative. Galilei construisese un termometru bazat pe dilatarea aerului, și astfel de termometre, împreună cu barometrul lui Torricelli, au fost folosite pentru observații asupra stării atmosferice. ^{4.13}

Evoluția mașinii cu abur

Progresul în studiul cantitativ al căldurii n-a urmat însă linia unor astfel de cercetări, ci calea utilizării practice a puterii de expansiune a gazelor pentru a face căldura să producă lucrul util. În tot cursul secolului al XVII-lea, ideea „ridicării apei cu ajutorul focului” a fascinat pe constructorii ingenioși (p. 330). Se punea problema cum să se combine două idei, ambele vechi, astfel ca să rezulte o mașină practică : mai întîi să se umple cu apă un spațiu gol, prin aspirare (sau vid), iar apoi să se evacueze conținutul cu ajutorul presiunii exercitate prin dilatarea aerului, aburilor sau gazelor. De Caus (1576—1626), un proiectant de fîntîni arteziene pentru grădini, foarte apreciat în secolul al XVI-lea, a rezolvat practic această problemă încă înainte de descoperirea existenței vidului. El a făcut foc sub un vas cu foarte puțină apă, aproape gol, legat printr-un furtun de o fîntînă ; cînd toată apa s-a evaporat și vasul s-a umplut cu abur, el a îndepărtat focul și a închis ventilul pentru abur, după care în spațiul gol a fost aspirată apă de fîntînă. Deși nu avea aproape nici o importanță practică, această instalație conținea în sine principiul fundamental al unei mașini pneumatice. Totuși pînă la lucrările lui von Guericke (p. 330 și urm.) modul ei de funcționare n-a putut fi înțeles pe deplin. Majoritatea

omienilor de știință care au lucrat în domeniul vidului erau preocupați de realizarea unei mașini utile în practică, dar le lipsea priceperea în domeniul mecanicii, pentru a construi una care să funcționeze. Omul care s-a apropiat cel mai mult de rezolvarea acestei probleme a fost Denis Papin, asistentul lui Huygens și apoi al lui Boyle, care a întocmit un proiect amănunțit al unei astfel de mașini, dar n-a izbutit să strângă banii necesari pentru construirea ei și a murit în mizerie la Londra. Există o scrisoare impresionantă pe care a adresat-o secretarului Societății Regale în 1708 (și prin care cerea suma de cincisprezece lire sterline pentru o „experiență importantă”), precum și răspunsul prin care Societatea Regală îi aducea la cunoștință că nu poate avansa bani decât în cazul când reușita este dinainte garantată. ^{4.11.38}

Primul care a izbutit să proiecteze și să finanțeze producția unei pompe acționate prin foc a fost căpitanul englez Savery (1650—1715) din trupele regale de geniu. El a folosit două vase pe care, alternativ, întâi le umplea cu abur pentru a evacua apa și apoi le răcea, pentru a aspira o nouă cantitate de apă, metoda utilizată și în prezent la pompa „pulsometrică”. Savery nu era un constructor obișnuit. El și-a dat bine seama, după cum reiese din cererea sa pentru obținerea brevetului intitulat „Prietenul minerilor”, ^{5.74} de importanța potențială a mașinii cu abur în special la evacuarea apei din mine, unde se resimțea cea mai mare nevoie de o muncă grea și continuă. În această scrisoare el spune :

„Către domnii antreprenori din minele Angliei. Îmi dau bine seama că, deocamdată, foarte mulți dintre dv. consideră invenția mea pentru ridicarea apei prin forța motrică a focului ca un proiect lipsit de utilitate, care nu va putea să corespundă vreodată intențiilor sau pretențiilor mele și că este cu totul imposibil ca o astfel de mașină să fie instalată sub pământ, să ridice într-adevăr apa și să dreneze minele dv., astfel încât să merite vreo încurajare din partea dv. N-aș ține să planeze asupra mea bănuiala că aș fi un constructor neserios și de aceea vă supun planul mașinii mele și vă expun modul ei de folosire, lăsând la aprecierea dv. dacă este cazul s-o utilizați sau nu...”

La drenarea minelor de cărbuni și a celorlalte mine, această mașină își va pleda singură cauza cu prisosință, ridicând apa cât se poate de ușor și de ieftin, și nu am nici o îndoială că în câțiva ani ea va constitui un mijloc de sporire a randamentului în exploatarea noastră miniere, care reprezintă o bună parte din averea acestui regat, dublându-l și, poate, chiar triplându-l. Iar dacă în prezent se exportă anual cantități atât de mari de plumb, cositor și cărbuni, cu toate greutatea legate de cheltuielile foarte mari și de munca grea a minerilor pentru evacuarea apei din mine, cât de mult se va putea exporta mai târziu, când truda va fi cu atât ușurată prin folosirea acestei mașini, potrivită sub toate privințele pentru munca în mine ?”

Mașina lui Savery avea însă anumite inconveniente de ordin practic, principala ei valoare rămânând aceea de a fi arătat

că problema construirii unor asemenea mașini se putea rezolva. Mai reușită și mai practică a fost mașina construită în 1712 de lăcătușul Thomas Newcomen din Dartmouth, care a folosit un piston acționat de presiunea aburilor comprimați într-un cilindru legat direct de un cazan cu presiune joasă. Spre deosebire de mașina lui Savery, mașina lui Newcomen nu trebuia instalată pe fundul minei, reclama mai puțin îngrijire și, întrucât nu funcționa cu abur de înaltă presiune, prezenta mai multă siguranță. Introducerea ei a marcat prima etapă în concretizarea principiului științific al presiunii atmosferice într-o mașină care putea fi construită de oameni ai practicii și care nu numai că funcționa, dar mai era și rentabilă (fig. 12, p. 378).

Faptul că Newcomen, după câte știm, nu avea pregătire științifică și nici legături cu lumea științifică,^{5.10.611} a constituit unul dintre motivele care l-au îndemnat pe R. S. Meikleham, în 1824, să respingă părerea că mașina cu abur este „unul dintre cele mai nobile daruri oferite de știință omenirii”. „Nu există mașină sau mecanism — a declarat el — în care puținul pe care l-au făcut teoreticienii să fie mai nefolositor. Ea a fost construită, îmbunătățită și perfecționată datorită muncitorilor mecanici și numai lor”.^{5.58} Aceste două puncte de vedere opuse în privința contribuției științei la construirea mașinii cu abur nu sînt incompatibile. Este îndoielnic ca inițial ideea pompei cu vid să-i fi putut trece vreodată prin minte unui mecanic, în orice caz aceasta nu s-a întîmplat înainte ca această idee s-o fi avut un om de știință. Pe de altă parte, nici un om de știință nu avea sau nu putea avea îndemînarea necesară ca să rezolve problemele, nu mai puțin esențiale, ale construirii unei mașini care să funcționeze. După cum arată evenimentele ce au urmat, pentru dezvoltarea continuă a mașinilor a fost nevoie de îmbinarea permanentă a ideilor științifice fundamentale cu măiestria practică a meșteșugarului.

Cît de ingenios a fost Newcomen o dovedește faptul că timp de aproape 70 de ani nu s-a adus nici o îmbunătățire radicală mașinii sale și că unele dintre mașinile de acest tip au funcționat mai mult de o sută de ani. Totuși folosirea mașinii lui Newcomen era limitată, acțiunea ei era prea inegală în alte operații decît evacuarea apei și punerea în funcțiune a foalelor, iar pe lîngă aceasta consuma cantități imense de cărbuni. Perfecționarea ei ulterioară a necesitat asimilarea unor noi idei de către știință, și în special de către știința cantitativă a căldurii.

Căldura specifică și căldura latentă :

Joseph Black

Căldura a început să devină o știință cantitativă o dată cu extinderea treptată și cu creșterea volumului operațiilor industriale în care era folosită cel mai mult. Ea a apărut din generalizarea științifică a metodelor folosite de distilatorii și producătorii de sare — care obișnuiau să fiarbă și să condenseze lichide în cantități mari — și, de asemenea din experiența constructorilor primelor mașini cu abur și a celor care le foloseau.

Dr. Black, a cărui contribuție în domeniul chimiei avea să declanșeze revoluția în teoria gazelor (p. 450), a fost și inițiatorul noii concepții asupra căldurii. Metoda sa de abordare a acestei științe a avut în primul rând un caracter fizic-medical. Îl preocupa elucidarea naturii elementului foc sau a căldurii care putea să pătrundă prin vase și să influențeze conținutul lor. El a constatat că substanțe diferite sînt încălzite la grade diferite cu aceeași cantitate din ceea ce el numea „substanța căldurii”. Acest lucru l-a descoperit prin metoda amestecurilor, folosită pentru prima oară de Jean Morin (1583—1656)^{5.60}, care mai lucra încă după concepția arabă a celor patru grade de căldură opuse celor patru grade de răceală și a continuat cercetările în această direcție pînă cînd a stabilit noțiunea de capacitate calorică sau *căldură specifică* a diferitelor substanțe. Ajuns în acest stadiu, Black, bazîndu-se pe observația că zăpada și gheața aveau nevoie de timp ca să se topească, deci absorb căldura fără să devină mai calde, și-a dat seama că în apa provenită din topire căldura trebuie să fie ascunsă sau *latentă*. După aceea el a măsurat marea căldură latentă a aburului, care se reflecta în faptul, cunoscut de mult în distilerie, că este nevoie de o cantitate mult mai mare de căldură pentru evaporarea completă a apei decît pentru a o face să fiarbă. Căldura absorbită în timpul fierberii se recapătă prin condensarea aburului în serpentina alambicului, unde este nevoie de o mare cantitate de apă rece (fig. 8, p. 264).

James Watt : condensatorul separat

Prima aplicație practică a descoperirii căldurii latente avea să fie realizată de un tînăr mecanic din Glasgow, James Watt,^{5.26} care fusese însărcinat cu repararea unei mașini model Newcomen pentru universitate (de observat aici din nou interacțiunea dintre tehnică și știință). El a constatat că defectul se datora aburului care se pierdea la fiecare mișcare a pistonului prin condensarea în cilindrul rece. Black a explicat

acest fenomen pe baza căldurii latente pe care o descoperise de curînd și, după puțin timp, lui Watt i-a trecut prin minte ideea de a condensa separat aburul. Inventarea condensatorului separat în 1765 a fost de o importanță crucială pentru dezvoltarea mașinii cu abur, deoarece i-a ridicat considerabil eficiența. Condensatorul a fost numai punctul de pornire al îmbunătățirilor aduse de Watt.

Matthew Boulton :

Uzinele constructoare de mașini din Soho

Înainte de a avea posibilitatea să construiască o mașină care să poată fi pusă în comerț, Watt a trebuit, după un oarecare eșec la uzinele Roebuck-Carron, să se asocieze cu Matthew Boulton, cunoscutul industriaș din Birmingham (p. 375), și să folosească resursele industriei metalurgice în plină dezvoltare din Black Country. El a fost nevoit să facă lucrul acesta pînă cînd mașina cu abur avea să poată fi transformată din idee în realitate, deoarece, după cum a recunoscut însuși Watt cu o naivă ironie, „scoțienii, prin firea lor, erau incapabili să devină ingineri“. Un serviciu deosebit de prețios i-a adus John Wilkinson cu mașinile sale pentru sfredelit tunuri, cu ajutorul cărora se puteau strunji cilindri fără nici un defect. Prin introducerea combinației formate din volant, fluturaș și *regulator* centrifugal, Watt a construit o mașină care putea să pună în mișcare alte mașini cu o viteză constantă, chiar dacă solicitările erau foarte variate. Această invenție reprezintă în sine primul exemplu de conexiune inversă sau control *cibernetic* în industrie (p. 556). Apărînd chiar la începutul mării revoluții industriale, ea a fost prevestitoare a *automatizării*, caracteristică celei de-a doua revoluții industriale din secolul al XX-lea *.

Pînă la Watt, mașinile cu abur au fost folosite numai în mod excepțional în minele situate departe de zăcămintele carbonifere ; mașina lui Newcomen, chiar după ce a fost îmbunătățită de Smeaton (1724—1792), era avantajoasă numai la evacuarea apei din minele de cărbuni, unde cărbunele era, firește, foarte ieftin. Dar, o dată cu folosirea mașinii mult mai eficiente și mai sigure a lui Watt, produsele întregii industrii miniere grele din Cornwall și, mai târziu, energia pentru fabricile textile, care se răspîndeau tot mai mult pe întreaga suprafață a țării, au ajuns să fie ieftine și accesibile.

După o luptă grea, deoarece mai trebuiau învinse multe dificultăți de ordin economic și tehnic, mașina cu abur a pătruns în fiecare district minier și industrial al Angliei. Dar nu s-a oprit aici, deoarece visul lui Boulton era să devină furnizor de mașini pentru întreaga lume ; au fost instalate mașini cu

abur în Franța, Rusia și Germania, de cele mai multe ori de ingineri englezi.

Locomotiva și mașina cu abur pentru nave

Dezvoltarea ulterioară a mașinii cu abur a fost determinată de necesitățile tehnice și economice pe care trebuia să le satisfacă. În majoritatea cazurilor, mașina lui Watt putea fi folosită destul de bine în mine și fabrici, însă era costisitoare, prea grea în comparație cu energia pe care o producea și consuma încă prea mult cărbune. Pentru o locomotivă însă era nevoie de o greutate mică și de producerea unei energii mari. Soluția acestei probleme o constituia, după cum arăta Trevithick încă în 1801, o *mașină de înaltă presiune*, fără nici un fel de condensator și care să evacueze în atmosferă aburul folosit. ^{5.28}

Locomotiva nu a fost acceptată imediat. Ea a apărut în mediul ei firesc, în bazinele carbonifere, pe *calea ferată* dintre mină și rampa de încărcare. Înainte ca utilizarea ei să poată deveni cât de cât rentabilă, trebuiau rezolvate nenumărate probleme privind tracțiunea, cuplarea, șinele, liniile de cale ferată permanente. Așadar nu este de mirare că în domeniul introducerii locomotivei știința a avut un rol redus și că cel care a ajuns mai departe decât oricine în rezolvarea tuturor acestor probleme a fost George Stephenson, fiul autodidact al unui focist care lucra la mină. ^{5.29} Descoperirea sa hotărâtoare, făcută aproape întâmplător, consta în faptul că evacua aburul utilizat prin coșul de fum și în felul acesta, aștigând bine focul, obținea suficientă energie pentru a întrece viteza căilor și a atinge viteza fenomenală de 20 de mile pe oră. Locomotiva a înregistrat un succes îndeobște recunoscut în 1829, la concursurile de la Rainhills, organizate pe noua linie ferată Liverpool-Manchester, unde locomotiva lui Stephenson „Racheta” a câștigat premiul.

Problema adaptării mașinii cu abur la transportul pe apă era cu totul diferită; în acest caz, greutatea și dimensiunile mașinii nu aveau mare importanță, în schimb economia de combustibil prezenta un foarte mare interes, întrucât vaporul trebuia să-și transporte singur cărbunele necesar. De fapt, această dificultate avea să limiteze folosirea vapoarelor în cea mai mare parte a secolului al XIX-lea numai la traficul fluvial și la cabotaj. Soluția a fost găsită în aplicarea expansiunii multiple, introduse de Hornblower (1743—1815) în 1781, care s-a dezvoltat însă foarte încet. Nici o schimbare radicală, cu excepția înlocuirii paletelor cu elicea, nu a fost adusă pînă în 1884, cînd turbina lui Parsons a revoluționat producția de energie.

Interacțiunea dintre economie și tehnică în revoluția industrială

Istoricul mașinii cu abur dovedește că premisele necesare pentru revoluția industrială au existat atât în economie, cât și în tehnică ; în economie, în sensul că industria textilă s-a dezvoltat într-atît, încît putea să satisfacă cererea de bunuri de consum pe o piață în neîncetată creștere ; în tehnică, în sensul că noile mașini constituiau singurul mijloc de a obține cărbune și forță motrice și, pînă la urmă, de a asigura transportul, fără de care dezvoltarea industriei textile ar fi fost imposibilă.

Mașina cu abur a fost perfecționată în cea mai mare parte de mecanici practicieni, fără vreo contribuție însemnată din partea științei. Funcționarea ei însă a atras atenția multor oameni de știință, care voiau s-o înțeleagă sau chiar sperau s-o îmbunătățească. Acest studiu a avut ca rezultat o cercetare mult mai aprofundată a legilor care guvernează comportarea gazelor și vaporilor — necesară pentru întocmirea tabelelor de abur — și avea să ducă la o nouă concepție fizică generală aceea a echivalării lucrului mecanic cu căldura în teorie (așa cum mașina cu abur o și făcuse în practică), unificându-le sub termenul comun de „energie“.

Teoria fluidului caloric

În mod paradoxal, un studiu științific temeinic despre acțiunea mașinii cu abur ca mijloc de transformare a căldurii în lucru mecanic a fost întreprins pentru prima oară în Franța, unde ea fusese introdusă prin import, iar nu în Anglia, locul ei de baștină. Dificultatea principală consta în a abandona concepția tradițională despre căldură. După cum am văzut (p. 415), căldura era confundată cu focul ; chiar și căldura animală, atît de importantă pentru viață, era atribuită unui foc invizibil.⁴⁻⁸⁷ În secolul al XVIII-lea, ea era considerată ca o substanță materială, „substanța căldurii“ a lui Black, care avea să fie botezată mai tîrziu de Lavoisier „caloric“. Deși încercările de a o cîntări au eșuat, aceasta a arătat doar că era un fluid imponderabil, ca electricitatea sau lumina.⁵⁻⁵³ Lavoisier (p. 455) a arătat că această concepție era în deplină concordanță cu ideea sa de generare a căldurii prin combinații chimice, în special prin combinarea cu oxigenul care are loc în procesul de ardere sau într-un organism viu.

Cu toate acestea, mai exista o concepție tradițională, cu totul diferită și mult mai veche, după care căldura este o formă a mișcării și nicidecum o substanță. Experiența acumulată de-a lungul multor secole în obținerea focului prin frecare și în

folosirea ciocanului de forjă a arătat că lucrul mecanic poate fi transformat în căldură; mașina cu abur demonstra acum că și căldura poate fi transformată în lucru mecanic. Dar, pentru a descoperi relațiile cantitative dintre căldură și lucru mecanic, tot era nevoie de mașina cu abur, de mașina de „ridicare a apei cu ajutorul focului”.

Prima mașină cu abur a lui Newcomen aproape a înregistrat un eșec, deoarece cantitatea de lucru mecanic efectuat de ea nu compensa cărbunele întrebuințat, care era foarte scump în localitățile situate la distanțe mari de mine sau de porturi. Un cal putea să efectueze același lucru mai ieftin. Învingând Watt, ca să stabilească prețul pe care urma să-l ceară pentru folosirea mașinilor sale, a măsurat lucrul mecanic pe care-l putea face un cal în picioare-pfunzi (1 picior-pfund = 0,14 kilogrammetri) într-o unitate de timp și a exprimat puterea mașinilor în noua sa unitate universală *cal-putere*. Pentru a-și vinde mașinile, firma Boulton și Watt a inventat o metodă ingenioasă, oferindu-se să le instaleze și să le întrețină gratuit, dar cerând o taxă de folosință egală cu o treime din valoarea economiilor realizate la consumul de combustibil sau de furaje necesare în comparație cu o mașină Newcomen sau, respectiv, cu un trolu acționat de cai.^{5.27}

Transformarea inversă, a lucrului mecanic în căldură, a fost demonstrată pentru prima oară de contele Rumford în 1798, la München (p. 383). Interesându-se de mult timp de fenomenele căldurii, mai ales în legătură cu aplicațiile ei în economie, el a fost primul care a observat, iar apoi a și măsurat căldura ce se degajă neconținut la operația de sfredelire a tunului. Arătând că dintr-o cantitate limitată de material se poate obține o cantitate nelimitată de căldură, el a infirmat de fapt teoria căldurii materiale, însă numai atât nu era suficient pentru stabilirea unei teorii mai bune.

Carnot : mașina termică reversibilă

Mult timp transformarea căldurii din cazanul unei mașini în energia volantului, deși folosită pe scară largă, n-a intrat în sfera de cercetare a științei exacte^{5.3}. Pentru fiecare mașină era caracteristic un raport propriu între consumul de cărbune și lucrul mecanic obținut, și acest coeficient părea să descască pe măsura perfecționării mașinilor. Se părea că nu există nici o limită pentru sporirea randamentului, deși o astfel de limită trebuia să existe, deoarece în caz contrar ar fi fost posibilă realizarea unui *perpetuum mobile*. Aceste considerente l-au îndemnat pe Sadi Carnot, unul dintre marile genii necunoscute ale secolului al XIX-lea, să scrie lucrarea sa

„Reflecții asupra forței motrice a focului“ (1824). Sadi Carnot (1796—1832) era fiul lui Lazare Carnot, „organizatorul victoriei“ revoluției franceze. El a făcut studii de inginer la noua Școală politehnică din Paris și a fost printre primii care au aplicat principiile fizicii matematice la funcționarea noilor mașini.

Carnot își imagina mașina cu abur ca un fel de moară în care *caloricul* la temperatură înaltă curge prin mașină și iese din ea în condensator la o temperatură scăzută ; dacă în cursul acestui proces nu s-ar pierde nimic, s-ar putea efectua maximum posibil de lucru mecanic. Verificarea acestei ipoteze o putea da reversibilitatea procesului în care mașina, acționând ca ceea ce numim noi astăzi o *pompă de căldură*, putea să folosească aceeași energie în sens invers pentru a ridica aceeași cantitate de caloric de la o temperatură scăzută la una înaltă. El a arătat că și în aceste condiții optime de *reversibilitate* numai o parte din căldura folosită putea fi transformată în lucru util. Cu alte cuvinte, căldura putea produce lucru mecanic numai prin trecerea ei între temperaturi diferite. Această constatare echivalează cu ceea ce s-a denumit mai târziu *a doua lege a termodinamicii*.

Carnot a mers și mai departe și a constatat că, într-adevăr, o parte din căldură este transformată de către mașini în lucru mecanic stabilind chiar și ce parte anume. Înainte însă de a fi putut să publice această constatare, Carnot a murit de holeră, iar marea sa descoperire, echivalentul mecanic al căldurii, a rămas îngropată printre însemnările sale timp de 50 de ani. Pe de altă parte, și lucrările sale publicate au fost aproape date uitării pînă în 1832, cînd au fost scoase la lumină de Clapeyron. Mai târziu ele aveau să formeze baza noii științe a termodinamicii. Clarificarea completă a relațiilor dintre căldură și lucru mecanic avea să mai aștepte încă aproape un sfert de veac, ^{5.3} deși problema era de mult actuală.

Conservarea energiei : Mayer, Joule, Helmholtz

Primul care a calculat *echivalentul mecanic al căldurii* în 1842 a fost Robert Mayer (1814—1887), medic de bord. Curînd, aceeași idee a fost formulată de Joule (1818—1889), om de știință amator, fiul unui bogat fabricant de bere, și de fiziologul și fizicianul von Helmholtz (1821—1894). În esență, aceeași idee, deși nu atît de clar exprimată, se pare că le venise în minte în mod independent și cel puțin altor cinci fizicieni sau ingineri. Modul de abordare a problemei de către cei trei descoperitori principali a fost principal diferit. Mayer a ajuns la această concepție pe calea considerațiilor filozofice

generale de ordin cosmic. El a fost frapat de analogia dintre „forța vie” (energia) cîștigată de corpurile în cădere sub acțiunea gravitației și căldura degajată de gazele comprimate. Joule a ajuns la această idee mai întîi prin experiențele sale care urmăreau să stabilească în ce măsură noul motor electric putea să devină o sursă practică de energie. Arătînd că acest lucru nu era posibil, întrucît toată energia provenea din calcinarea zincului extrem de costisitor în bateria care dădea curent motorului, el a ajuns să reflecteze asupra echivalenței cantitative dintre lucrul mecanic și căldură. El a comunicat considerentele sale Asociației britanice, la Cork, în 1843, care nu le-a acordat însă prea mare atenție. Societatea Regală a refuzat să publice textul integral al comunicării sale și Joule a trebuit să bătătorească drumul spre acceptarea descoperirii sale prin experiențe mult mai precise.^{5.3}

În anul 1847, Helmholtz, încercînd să aplice concepția newtoniană a mișcării la un număr mare de corpuri aflate sub influența atracției reciproce, a arătat că suma forței și tensiunii, ceea ce noi am numi astăzi energie cinetică și potențială, rămîne constantă. Aceasta constituie legea *conservării energiei*, în sensul ei cel mai formal, însă a prezentat importanță prin faptul că a pus de acord noile doctrine ale căldurii cu acelea mai vechi ale mecanicii, proces care avea să fie completat în mare măsură de William Thompson, mai tîrziu lord Kelvin, prieten atît al lui Joule, cît și al lui Helmholtz, în comunicarea sa „Echivalentul dinamic al căldurii” (1851)*.

Oricît de diferit a fost modul lor de abordare a problemei, toți acești descoperitori au fost influențați, mai curînd direct decît indirect, de atmosfera epocii aburului,^{5.3} și în special de locomotivă. După cum observa Mayer, „locomotiva poate fi comparată cu alambicul; căldura care se face sub cazan se transformă în lucru mecanic, iar acesta se condensează din nou sub formă de căldură în osii, în bandajele roților și în șine”.

Legea conservării energiei, ale cărei forme diferite sînt lucrul mecanic, electricitatea și căldura, a fost cea mai mare descoperire în domeniul fizicii de la mijlocul secolului al XIX-lea. Ea a înmănunchat multe științe și era în cea mai perfectă concordanță cu tendințele epocii. Energia a devenit moneda universală a fizicii, etalonul aur, cum i se spune, al schimbărilor ce au loc în univers (p. 120). Ceea ce s-a stabilit era un curs fix de schimb dintre diferitele monede ale energiei: între calorile de căldură, kilogrammetrii de lucru mecanic și kilowații-oră de electricitate. S-a văzut că întreaga activitate umană — industria, transporturile, iluminatul și, în ultima instanță, alimentația și însăși viața — depindea de acest termen comun *energia*.

Disponibilitatea energiei

În ultima parte a secolului însă, doctrina energiei, care păruse atît de promițătoare, a fost serios modificată prin înțelegerea celei de-a doua legi a termodinamicii, potrivit căreia ceea ce prezintă importanță este nu atît cantitatea de energie existentă în univers, cît posibilitatea de a o aplica, iar această posibilitate este în continuă descreștere. Potrivit teoriei moleculare a lui Maxwell, orice sistem care conține la început molecule rapide (calde) și molecule lente (reci) trebuie să ajungă într-o stare cînd cea mai mare parte a moleculelor se vor mișca cu viteze mijlocii (călduțe), sau, după expresia lui Gibbs (1839—1903), gradul de dezordine (entropie) a unui sistem tinde totdeauna să crească.

Dacă universul este considerat ca un întreg, pare inevitabil ca sursele de căldură din el să se epuizeze treptat, pînă cînd va interveni o stare de echilibru termic absolut, așa-numita „moarte termică” a universului. Kelvin, adept înflăcărat al acestei idei, părea aproape că se bucură de această perspectivă a unei mediocrități universale. El a reușit să demonstreze însă că Soarele nu poate lumina la infinit și deci că Pămîntul nu mai poate exista decît încă vreo cîteva sute de milioane de ani. Aceasta reprezenta mult mai puțin timp decît acela de care au avut nevoie geologii ca să explice evoluția Pămîntului, însă autoritatea fizicienilor a avut cîștig de cauză. Fizicienii greșeau însă, deoarece această previziune, ca multe altele, era sortită unei totale infirmări prin descoperirea unor noi surse de energie, energia nucleară, de o putere mult mai mare. Pentru a nu-l nedreptăți pe Kelvin, trebuie să arătăm că el a fost destul de prudent ca să-și lase o porțiță deschisă : „Numai dacă în marele depozit al creației nu ne așteaptă surse astăzi necunoscute nouă”.^{5.88}

Filozofia energiei :

Mach, Ostwald și noul pozitivism

Tot în această perioadă, știința termodinamicii a început să pătrundă în chimie și chiar în biologie, mai cu seamă datorită lucrărilor lui le Chatelier (1850—1936) și Gibbs (1839—1903).^{5.6} Un timp s-a crezut că toate fenomenele naturii ar putea fi explicate cu ajutorul unor simple observații asupra energiei mecanice și căldurii, ceea ce, din punctul de vedere al unor filozofi ca Mach și chimiști ca Ostwald, părea să promită scăparea de materialismul „incomod” și de radicalismul teoriei atomiste.

A apărut un nou pozitivism, care afirma că materia și astfel de ipoteze fizice, ca cea atomistă, nu mai sînt necesare

și că întreaga știință poate fi dedusă direct din observații elementare. Teoria cinetică a căldurii, elaborată de Maxwell în 1866 și care presupunea existența atomilor, era în contradicție cu această tendință. Atomii lui Maxwell erau totuși pur ipotețici și se cereau noi dovezi înainte ca ei să poată fi acceptați ca obiecte materiale măsurabile și calculabile.

9. 2. Construcțiile de mașini și metalurgia

O trăsătură dominantă a secolelor XVIII-XIX a fost triumful mașinii. În acest domeniu însă contribuția științei rămâne încă relativ minoră, deoarece atât în construcția de mașini, cât și în metalurgie predomină elementul tehnic bazat pe tradiția meșteșugărească și elementul economic bazat pe rentabilitate. Elementul științific a fost totuși mereu activ și a câștigat o importanță din ce în ce mai mare, pregătind calea spre înțietatea pe care avea s-o capete în secolul al XX-lea.

Istoria construcției de mașini, în marea ei epocă de creație din secolele XVIII-XIX, atestă o continuă interacțiune între cerințele tot mai mari ale comerțului și industriei și noile mijloace de producție — mașini, motoare și materiale —, care au creat noi posibilități de utilizare rentabilă. Cererea de cantități tot mai mari de fire toarse și țesături a dus la introducerea mașinilor textile; cererea de cantități tot mai mari de cărbune — la crearea primelor mașini cu abur; nevoia unui transport ieftin al mărfurilor tot mai abundente a dus la perfecționarea porturilor, canalelor, drumurilor, podurilor și la invenția de o importanță capitală a căilor ferate (p. 391). De îndată ce apărea un nou mecanism sau material pentru satisfacerea acestor necesități deveneau posibile noi întreprinderi riscante și noi domenii de aplicare, socotite până atunci irealizabile sau inimaginabile. Astfel, mașina cu abur, construită la început pentru evacuarea apei, a fost adaptată ulterior la suflarea aerului în cuptoare și la forjarea fierului, iar apoi și la înlocuirea roții hidraulice în instalații de forță. Mai târziu, montată pe o navă sau pe un vagon, a devenit automobilă, dând naștere vaporului și căilor ferate. Într-un mod asemănător, fierul ieftin și oțelul ieftin, care au fost produse sub impulsul nevoilor specifice construcției de mașini, au generat o revoluție în construcția altor mașini, vehicule, nave și clădiri.

Inginerii

În fiecare stadiu al dezvoltării mașinilor și metalelor, meșteșugarii s-au îndeletnicit cu încercarea noilor invenții și și-au însușit atâtea cunoștințe științifice câte puteau aplica în prac-

tică. În același timp, oamenii de știință, vrînd-nevrînd, deprindeau meșteșugurile pentru a putea înțelege principiile care stăteau la baza lor. Putem urmări acest proces studiind biografiile inginerilor din marea perioadă a anilor 1750—1850, și în această privință, din fericire, dispunem de suficient material oferit de opera lui Samuel Smiles, marele istoric al Angliei industriale, ^{5.78-80} ca și de lucrările unei noi generații de istorici mai erudiți, ca Dickinson ^{5.26-28} și alți membri ai societății „Newcomen”. În Anglia, care a fost mult timp centrul revoluției industriale, inginerii au început în cea mai mare parte ca simpli lucrători pricepuți și ambițioși, dar de obicei lipsiți de cultură sau autodidacți. Ei erau fie constructori de mori, ca Bramah, mecanici, ca Murdock și George Stephenson, fie fierari, ca Newcomen și Maudslay. Greu de deosebit de aceștia, în afară de strînsa lor legătură cu știința, au fost constructorii de instrumente, ca Smeaton și Watt, meșteșugari-artiști ca Nasmyth (1808-1890) sau ingineri de mine ca Trevithick. În Franța, unde atelierul avea un rol mai mic, iar statul și școlile militare unul mult mai mare, au predominat inginerii cu studii universitare, ca Jars, Monge, Poncelet, Fournayron, Sadi Carnot și Marc Brunel (1769-1849), pleiadă care a constituit un dar făcut Angliei de ingineria franceză. În perioada următoare, după 1850, predominanța științei devine mai accentuată și, o dată cu aceasta, Germania cucereste o nouă importanță în ramurile principale de dezvoltare; Anglia nu-l avea decît pe Parsons pentru a-l pune în cumpănă cu familia Siemens, cu Otto și Diesel din Germania.

Principalele tendințe ale întregii perioade a revoluției industriale au constatat în inventarea unor mecanisme tot mai ingenioase și în perfecționarea mașinilor și a construcțiilor. Exceptînd cazurile cînd se aplicau pentru prima oară noi principii fizice, ca în cazul noilor motoare termice și al mașinilor electrice, nici nu s-a recurs în această epocă prea mult la ajutorul științei. Proiectele unor mecanisme care trebuiau să reproducă în cea mai mare parte operațiile executate de un lucrător implicau un fel de matematică mecanică practică, prea complicată ca să fie învățată în școală, avîndu-și obîrșia mai curînd în ingeniozitatea tradițională a ceasornicarului și a lăcătușului. Dar pentru a fi încununată de succes, proiectarea unor astfel de mecanisme trebuia să fie îmbinată cu o pătrunzătoare apreciere a nevoilor industriei vremii și cu cunoașterea acelor domenii în care se putea presupune că economia de brațe de muncă va fi posibilă și rentabilă. Deoarece această îmbinare se întîlnea rareori, exploatatorul invențiilor — ca de pildă, Arkwright (p. 369), marele promotor al revoluției industriale în industria bumbacului — tindea de obicei să-l înlăture pe simplul inventator, care avea toate șansele să se

ruineze ; mașinile însă se construiau. Începînd din 1750, combinația inventator-exploatator a devenit invincibilă. Ingenioșii înlocuitori mecanici ai mîinilor umane s-au răspîndit din industria textilă în sute de alte ramuri atît în producția bunurilor de consum, cît și în industria metalurgică și a construcțiilor de mașini. Ei au pătruns chiar și în cele mai vechi domenii tradiționale ale activității umane, ca bunăoară în agricultură și în producția de alimente, în special în America, unde, deși exista sclavia, erau mai multe pămînturi bune de cultură decît oameni care să le lucreze. Oricît de variate erau și oricît de mare a fost influența lor asupra dezvoltării civilizației, mecanismele din secolele XVIII-XIX au luat naștere mai curînd din combinații ale principiilor vechi decît din aplicarea celor noi — ceea ce avea să fie caracteristic mașinilor din secolul al XX-lea și, în consecință, ele nici n-au daturat, dar nici n-au dat mult științei.

Eficiență și utilitate :

turbinele și motorul cu ardere internă

Perfecționarea construcției mașinilor și a instalațiilor de forță, aproape exclusiv mașini cu abur, avea să fie sarcina generațiilor viitoare de ingineri. În cea mai mare parte a perioadei de care ne ocupăm, preocuparea a constat în general în adaptarea mașinii la diferite utilizări și în sporirea neîncetată a randamentului ei socotit pe unitate de greutate a combustibilului sau de preț de cost, prin îmbunătățiri de detaliu și proiectări mai bune. Spre sfîrșitul secolului al XIX-lea, ideile lui Carnot și termodinamica elaborată pe baza acestora au pătruns treptat în lumea inginerilor ; însă aceste idei au produs mai mult efect în revoluționarea construcțiilor de mașini, ducînd la crearea turbinei, a motorului cu ardere internă și a refrigerentului, decît în perfecționarea vechiului motor cu piston.

Noile realizări aveau să împartă domeniul generării energiei în două părți mai ușor de manipulat și de adaptat. *Motorul cu ardere internă* avea să ducă la motorul ușor de automobil și, mai tîrziu, la cel de avion ; *turbina* cu abur avea să ducă la construirea unor motoare puternice pentru nave uriașe și la producția energiei electrice ușor de distribuit. Deși toate acestea erau produse ale secolului al XIX-lea, ele aveau să-și găsească deplina utilitate abia în secolul al XX-lea (p. 568).

Construcția de mașini : mașina-unealtă

Posibilitățile de profit care decurgeau din folosirea mașinilor au dat viață industriei constructoare de mașini ; iar

aceasta, la rîndul ei, avea să genereze o revoluție în munca manuală, făcînd un pas înainte pe drumul mecanizării și folosind mașinile la fabricarea de mașini. Dintre acestea primele și cele mai importante au fost strungurile de filetat cu cărucior ale lui Maudslay fig. 13). ^{1.31}, ^{5.10} * Contribuția științei la această revoluție a fost mică, limitîndu-se la problemele controlului vizual și la unele estimări adecvate printr-o aplicare mai riguroasă a geometriei, cum a fost cazul cu raboteza și cu micrometrul lui Maudslay, precum și cu șuruburile-standard ale lui Whitworth. În acest domeniu, vechile tradiții ale constructorului de mori și ale ceasornicarului s-au contopit neconținut cu tradiția noului *inginer-mecanic*. Condițiile care au făcut posibilă această contopire au constat în disponibilitățile atît de metal — mai întîi fierul, apoi oțelul — care se preta la o prelucrare de precizie, cît și de energie mecanică necesară prelucrării. Abia spre mijlocul secolului al XIX-lea sarcinile artei ingineresti au început să depășească posibilitățile anticilor. Ciocanul acționat cu abur al lui Nasmyth a sfărîmat o dată pentru totdeauna tradițiile fierăriei lui Vulcan, iar construcția de mașini s-a transformat dintr-o îndeletnicire pe măsura omului într-una pe măsura mașinilor. ^{5.63}

Deși producția pieselor metalice finisate a datorat puțin științei, depinzînd de perfecțiunea de execuție a mașinilor, ea avea să constituie calea pe care construcția de mașini a putut să dobîndească ea însăși un caracter științific. Cele mai bine elaborate aplicații matematice ale mecanicii newtoniene din secolul al XVIII-lea n-au adus prea mult folos inginerilor practicieni, deoarece mecanismele mașinilor nu puteau fi construite cu destulă precizie decît cu ajutorul unei măiestrii foarte înalte și numai în cazul unor mecanisme cu totul excepționale, asemănătoare ceasornicelor. Chiar și pentru nevoile stringente ale războiului nu se puteau fabrica tunuri cu calibre suficient de precise și de uniforme pentru ca teoriile bine stabilite ale balisticii să-și găsească aplicare. ^{4.50} O dată cu așchieria de precizie a metalelor, toate acestea s-au schimbat, iar realizarea invențiilor mecanice a putut fi calculată chiar din momentul proiectării, cu oarecare șanse de a se prevedea rezultatul. Totodată aceasta avea să deschidă calea spre folosirea pieselor interschimbabile pregătind în felul acesta apariția metodelor de producție în masă, caracteristice secolului al XX-lea. Prima anticipare a acestui gen de producție a fost fabrica de puști a lui Eli Whitney (1765—1825), construită în 1800, și fabrica de materiale navale pe care sir Samuel Bentham, fratele lui Jeremy Bentham, a înființat-o în 1784 în Rusia și care, ulterior, a dus la construirea fabricii de scripeți a Amiralității Britanice, unde mașinile au fost construite de Maudslay. Este semnificativ că ambele au servit tehnica fabricării de armament.

Revoluția în domeniul metalurgiei

Cererea de noi mașini, în special de utilaj greu pentru mine și, mai târziu, pentru căi ferate, nave și construcții de clădiri, nu mai menționăm cererile tot mai insistente ale armatei, nu puteau fi satisfăcute decât printr-o abundență sporită de metal, de calitate din ce în ce mai bună. În ce privește fierul și oțelul disponibil și revoluția în tehnologia metalurgiei pe care au determinat-o, acestea au constituit, în revoluția industrială, factori de o importanță comparabilă cu invenția mașinilor textile și a mașinii cu abur. În acest caz, ca și în acela al construcției de mașini, revoluția în domeniul metalurgiei a datorat mult oamenilor practicii și destul de puțin științei, pînă la punctul crucial al producerii pe scară largă a oțelului către sfîrșitul secolului al XIX-lea.

Metalurgia fierului și a oțelului fusese practică ca meșteșug timp de cel puțin 3.000 de ani. Măiestria fierarilor din evul mediu, atît din Răsărit, cît și din Apus, nu prea avea cum să fie îmbunătățită. Produsele lor însă, executate manual cu multă migală, erau costisitoare, iar volumul producției lor putea să satisfacă numai cererea aproape constantă de osii, potcoave, brăzdare de pluguri, arme și zale. Noile cereri pentru satisfacerea nevoilor artileriei în războaiele din secolul al XVI-lea au suprasolicitat producția Europei occidentale, chiar și după invenția de o importanță covârșitoare a fontei (p. 283). Producția fierului depindea încă de mangel, iar epuizarea progresivă a rezervelor a împins industria fierului spre pădurile Suediei, Rusiei și Americii.

Epoca fierului

Tocmai această insuficiență în raport cu cererile tot mai mari ale comerțului și industriei în dezvoltare a accelerat trecerea revoluționară de la mangel la *cărbunele de pămînt*, transformat în *cocs*, la începutul secolului al XVIII-lea, și lucrul acesta a consacrat definitiv prioritatea regiunilor carbonifere față de cele păduroase, deoarece cărbunele a înlocuit lemnul în calitate de combustibil de uz casnic și industrial. Deși, după cum am văzut (p. 286) posibilitatea folosirii cărbunelui la producerea fierului fusese de mult luată în considerare, succesul efectiv depindea de rezolvarea a numeroase probleme de fizică și chimie, depășind cu mult posibilitățile științei acelor timpuri. Practic, aceste probleme trebuiau rezolvate o dată cu problema vînzării cu profit. Eșecul primilor proiectanți s-a datorat, ca în cazul lui Sturtevant, cererilor de finanțare și încercărilor de a impune monopoluri (p. 286 și urm.).

Numai perseverența și probitatea familiei de quakeri Darby din Coalbrookdale^{8.50} a biruit toate aceste obstacole, inaugurând către mijlocul secolului al XIX-lea era fontei ieftine. În 1728 prețul fontei era de 12 lire sterline tona, iar în 1802 scăzuse la 6 lire sterline.^{5.2} Fonta își avea însă limitele ei de utilizare. Este adevărat că din fontă se puteau face șine de cale ferată, piloni, poduri, roți și cilindri de mașini, dar nu se puteau face instrumente și organele de lucru ale mașinilor. Oriunde era nevoie de tensiune sau de rezistență, trebuia utilizat fierul forjat, iar dacă era nevoie și de duritate și elasticitate se utiliza oțelul. Soluții parțiale pentru producerea uneltelor din oțel și fier au fost găsite o dată cu oțelul de creuzet al lui Huntsman în 1740 și cu procesul de pudlare și de laminare elaborat de Cort în 1784, amîndouă invențiile cerînd multă ingeniozitate, însă nedatorînd nimic științei oficiale. La începutul secolului al XVIII-lea, lucrarea lui Réaumur „Arta de a transforma fierul forjat în oțel” (1722) a vădit atît limitele, cît și posibilitățile științei din epoca respectivă. Prin experiențe minuțioase, Réaumur a reușit să dezvăluie secretul oțelurilor, un secret păstrat din vremurile chalybilor (p. 101), și anume că oțelul este un fier ce conține cărbune în cantitate potrivită. Réaumur a descoperit că se poate produce oțel topind la un loc fontă și fier forjabil. Publicîndu-și rezultatele cercetărilor, Réaumur a scris cu acest prilej una dintre cele mai nobile pledoarii pentru libertatea publicațiilor științifice.^{1.3.161} Dar nimeni n-a tras vreun folos de pe urma acestor rezultate; fabricanții de fier ori nu șiau să citească rețetele lui Réaumur, ori le considerau irealizabile.

În ultimii ani ai secolului al XVIII-lea și la începutul celui de-al XIX-lea, producția de fier a crescut în ritm extrem de rapid, aceea a oțelului rămînînd cu mult în urmă. Toate îmbunătățirile urmăreau accelerarea procesului de fabricare prin folosirea procedului de insuflare a aerului comprimat, iar apoi a aerului cald, procedeu introdus de Neilson (1792—1865), chimist la uzina de gaz.^{5.4} Aceste inovații nu implicau de fapt nimic altceva decît aplicarea noilor forțe mecanice la transformarea unui proces străvechi.

Epoca oțelului :

Bessemer, Siemens, Gilchrist Thomas

Cotitura decisivă s-a produs o dată cu inovațiile radicale ale lui Bessemer, care a descoperit un mijloc de a produce pe scară largă oțel turnat. În convertizorul său, curentul de aer insuflat în fonta topită făcea să ardă carbónul, menținînd o temperatură destul de înaltă pentru a păstra oțelul în stare lichidă. Acest rezultat poate fi numit semiștiințific, fiind lipsit

de o fundamentare teoretică și obținut pe cale empirică. Bessemer nu era un om de știință, ci un inventator propriu-zis, care avea ceva cunoștințe științifice, suficiente pentru munca sa, precum și o oarecare experiență în ce privește metalele, deși nu în industria fierului.^{5.3 : 5.87} Este demn de remarcă că nici fabricanții de produse de fier, nici profesorii specialiști în metalurgie n-au propus vreodată un procedeu atât de riscant. Ceea ce știau le dădea siguranța că așa ceva nu va reuși.

Curînd după apariția în 1856 a oțelului Bessemer, a reînviat pentru un timp oarecare un procedeu mai vechi de producție a oțelului, prin aplicarea la cuptorul cu flăcări sau la cuptorul cu reverberație a principiului regenerării căldurii, elaborat de Siemens, conform căruia temperatura putea fi ridicată folosindu-se pentru încălzirea aerului care intra de afară gazele calde de ardere. În felul acesta puteau fi turnate porci mari de oțel, iar procedeul lui Réaumur putea fi folosit introducîndu-se în cuptor bare de fontă, deșeuri de fier și minereuri. Începînd din 1876, cuptorul cu flacăra a devenit un rival serios al convertizorului Bessemer.

Ambele procedee aveau însă o serioasă limită : puteau fi aplicate numai în cazul utilizării unor minereuri de fier relativ pure (care nu se găseau în prea multe locuri), ca acelea din Suedia, Spania și de la Lacul Superior. Înainte de a se fi putut aplica aceste procedee la minereurile sedimentare mai abundente din Cleveland sau din Lorena, mai trebuia adusă o ultimă îmbunătățire : introducerea căptușelii bazice care să absoarbă fosforul vătămător. Aceasta a fost descoperirea făcută de Gilchrist Thomas în 1879 și este importantă nu atât din cauza însemnatelor rezultate obținute de pe urma ei, ci pentru că a fost într-un totu înțemeiată pe știință.^{5.3 : 5.87} Deși trebuia să-și câștige existența ca funcționar al unui tribunal de poliție din Stepney, Thomas era un maestru al teoriei metalurgice ; el și-a dat perfect de bine seama de ceea ce încerca să facă, iar experimentările pe care le-a efectuat într-o pivniță din Londra au putut fi aplicate cu succes trei ani mai târziu la producția pe scară largă. Opera sa a reprezentat o prefigurare a cercetărilor în domeniul industriei ce aveau să se efectueze în secolul următor.

Aceste trei procese luate împreună au inaugurat epoca oțelului, ducînd rapid mai întîi la înlocuirea prin oțel a lemnului ca material de construcție în industria constructoare de mașini, iar apoi a fontei ca material pentru șine, nave și tunuri. Oțelul ieftin a constituit baza pe care avea să se ridice imperialismul la sfîrșitul secolului al XIX-lea, punînd accentul

pe comerțul transoceanic și exploatarea coloniilor tropicale, pe dezvoltarea căilor ferate și a porturilor și pe pregătirea din ce în ce mai costisitoare a războaielor pe mare și pe uscat.

9. 3. Electricitatea și magnetismul

Prima știință nouă care și-a făcut apariția la sfârșitul perioadei newtoniene a fost electricitatea, în parte datorită faptului că a fost aproape singurul domeniu al științei fizice căruia Newton nu i-a consacrat o atenție deosebită și, prin urmare, în care uriașul său prestigiu n-a intimidat pe cercetătorii mai modești. Electricitatea avea un lung și legendar trecut. Din cele mai vechi timpuri despre care avem cunoștință, oamenii adunau chihlimbarul. Probabil că încă pe atunci s-a observat proprietatea sa de a atrage mici corpuri după ce e frecat. Era firesc să se facă o analogie între această proprietate și forța de atracție mult mai mare a magnetului; era de asemenea, firesc ca amândouă aceste fenomene să fie interpretate în spiritul concepției magice care domina în general în antichitate. Doctrina afinităților și a forțelor de atracție, întreaga idee a „virtuților” care sălășluiesc în anumite substanțe și care pot fi trezite la viață printr-o metodă adecvată, își găsea exemplificarea în chihlimbar și, într-o măsură mult mai mare, în magnet, din cauza însușirii lor magice de a transmite proprietatea lor altor obiecte cu care vin în atingere.

Totuși, magnetismul a devenit știință abia atunci când această proprietate a putut să fie folosită într-un scop util, ca bunăoară la busola marină (p. 235). Am mai vorbit despre unele etape datorită cărora studiul busolei a dus, prin Petru Pelerinul și Robert Norman, la Gilbert și la începuturile studiului științific al magnetismului (p. 300).

Lucrarea lui Gilbert *Despre magnet* nu se ocupă numai de magneți. Ea conține și o generalizare a principiului atracției, examinând atât atracția pe care o exercită chihlimbarul, cât și inventarea primului instrument electric — acul magnetic în echilibru sau versoriumul —, ale cărui variante de mai târziu, electroscoapele și galvanometrele, aveau să ofere științei atât de multe aparate de măsurat cu ac magnetic.

*Electricitatea la începuturile ei :
efectele frecării*

Deși, după cum am văzut, magnetismul lui Gilbert avea să pregătească terenul pentru elaborarea unei teorii a gravitației, experiențele sale electrice au fost prea puțin dez-

volute, în tot cursul marii perioade a experimentelor din secolul al XVII-lea, dincolo de punctul la care le lăsase el. În primele faze ale dezvoltării sale, magnetismul nu părea să promită vreo aplicație practică. Era doar o jucărie filozofică și, ca atare, se afla oarecum în afara preocupărilor epocii, orientate într-o măsură atât de mare spre problemele mecanicii și vidului. S-au efectuat totuși unele experiențe referitoare la vid care au făcut legătura cu marile realizări ce aveau să urmeze. În jurul anului 1665, von Guericke, inventatorul pompei pneumatice, a construit un glob care, rotindu-se, prin frecare producea scînteii. Acesta avea să reprezinte prototipul mașinilor electrice din secolul următor; pentru el însă acest aparat reprezenta un model care servea la ilustrarea teoriilor sale cosmologice. În 1675, Picard (1620—1682) a observat că un barometru agitat în întuneric dădea o lumină verde (fosforescența mercurului). Aceasta a trezit la începutul secolului al XVIII-lea interesul lui Hauksbee (m. 1713), asistentul lui Newton. El a arătat că, o dată cu generarea electricității, frecarea poate să producă efecte luminoase în vid — fenomenul acesta fiind premergătorul iluminării fluorescente de astăzi, însă n-a făcut nici un progres în înțelegerea modului în care se produce acest fenomen.

Gray : conductori și izolatori

Un alt adept al lui Newton, Stephen Gray (1666—1736),^{8,12} a făcut experiențe similare, care l-au condus în 1729 la o descoperire strălucită, aceea a transmisiunii electricității. La început aproape din întâmplare, iar apoi în mod logic, pas cu pas a ajuns la ideea că electricitatea produsă prin frecarea unui tub de sticlă poate fi transmisă la mari distanțe. Prima sa observație a fost aceea că dopurile cu care astupa capetele tubului atrăgeau mici bucățele de hîrtie sau de metal. După aceea s-a gîndit să înfigă în aceste dopuri bețișoare, apoi a fixat de extremitățile bețișoarelor cîte o măciulie, iar în sfîrșit a legat de ele, cu un fir, globuri și toate exercitau aceeași atracție. În cele din urmă el a transportat electricitatea din camera sa, printr-un fir legat cu panglici de mătase, de jur împrejurul grădinii sale, creînd ceea ce a reprezentat efectiv primul telegraf electric. Descoperirea sa fundamentală constă în faptul că electricitatea este ceva ce se poate propaga de la un loc la altul fără vreo manifestare exterioară a mișcării materiei și că, nu are greutate, fiind un *fluid imponderabil*. Electricitatea putea fi menținută în corpuri ca sticla sau mătasea în care era generată. Aceste corpuri le-a numit „electrice” — ceea ce noi numim astăzi izolatori sau dielectrici —, deoarece electricita-

tea nu se poate propaga prin ele. Pe de altă parte, electricitatea se propagă prin metale sau sfiori umede și nu poate fi generată în ele. Acestea erau corpuri *neelectrice*, sau *conductoare*.

Dufay : două feluri de electricitate

Vestea despre aceste experiențe, atât de simple și de interesante, s-a răspândit curînd peste tot, începînd să facă din electricitate un subiect la modă și amuzant, de care cîțiva amatori, ici și colo, se ocupau cu zel. Dufay, care a trăit în Franța, a constatat în 1733 că existau două feluri de electricitate, sticloasă și rășinoasă, în funcție de corpul care era frecat, chihlimbarul sau sticla. Mulți oameni au început să construiască mașini electrice pentru a face tot felul de experiențe și chiar pentru a le prezenta în public contra plată.

Butelia de Leyda și descărcarea electrică

O idee pînă la care nu mai era departe a fost aceea de a încerca înmagazinarea fluidului electric în sticle. În 1745, von Kleist (m. 1748), un preot din Pomerania, a încercat să introducă electricitatea într-o sticlă printr-un cui. Atingînd cuiul pe cînd ținea sticla în cealaltă mînă, a simțit un șoc care trebuie să fi fost prima descărcare electrică produsă artificial. Cîteva luni mai tîrziu, probabil fără nici o legătură cu aceasta, Musschenbroek (1692—1761) a informat despre un caz similar petrecut în Olanda. Fiind un constructor de aparate științifice cu numeroase legături în lumea oamenilor de știință, numele său este asociat de obicei cu ceea ce se numește și astăzi butelia de Leyda.

Această descoperire a avut literalmente efectul unei explozii. Toată lumea voia să încerce șocul sau să-l vadă încercat de alții. Electricitatea devenise cea mai distinsă modă la curțile regale. Regele Franței a organizat electrizarea întregii sale brigăzi de gardă, care era făcută să sară la unison prin șocuri produse cu ajutorul unor baterii de butelii de Leyda.

Franklin : electricitatea pozitivă și negativă

Zarva stîrnită de electricitate a ajuns și la urechile lui Franklin (p. 373), în îndepărtata Filadelfie, care a comandat imediat un aparat electric. Cu robusta sa inteligență și cu un aparat de construcție proprie, Franklin a reușit să deslușească ce se ascundea îndărătul confuzelor experiențe electrice precedente și a prezentat explicația, valabilă încă și astăzi, că nu există două feluri de electricitate, ci unul singur. El și-o imagina ca un fel de fluid imaterial care există în toate corpu-

ele și care nu poate fi detectat atîta timp cît saturează corpurile. Dacă se mai adaugă puțin din acest fluid, corpurile capătă o sarcină pozitivă, iar dacă este redus puțin, ele au o sarcină negativă. Tendința fluidului electric de a ajunge la nivelul său de echilibru este cauza atracției electrice, iar atunci cînd această tendință este destul de puternică, determină scînteile și șocurile. Dacă înlocuim fluidul prin electroni practic lipsiți de greutate și înlocuim semnul sarcinii + cu — (deoarece corpul cu sarcină negativă este acela care are un surplus de electroni), explicația lui Franklin este echivalentă cu teoria modernă a sarcinii electrice.

Paratrăsnetul

Această clarificare a problemei împreună cu explicarea acțiunii buteliei de Leyda au reprezentat contribuțiile importante ale lui Franklin la teoria electricității, ele consacîrindu-i imediat faima de om de știință. Dar ceea ce a uimit cu adevărat întreaga lume a fost faptul că și-a dat seama de analogia dintre scînteia electrică produsă în laborator și trăsnetul, pe care l-a captat din nori cu zmeul său, pentru a dovedi că nu este altceva decît electricitate. Din acest fapt Franklin, cu spiritul său practic, a tras imediat concluzia că s-ar putea preveni pagubele pricinuite de trăsnet, care erau deosebit de mari în lumea Nouă, prin construirea unui *paratrăsnet*, pe care l-a experimentat în 1753. Cu această invenție, electricitatea a ajuns să aibă pentru prima oară o utilizare practică. Starea de spirit patriotică sau rebelă a lui Franklin a avut un ecou curios în Anglia, unde în 1780 regele George al III-lea a stăruit ca vîrfurile paratrăsnetelor instalate la Kew Palace să fie rotunde, iar nu ascuțite, așa cum recomandase Franklin. Sir John Pringle (1707—1782), președintele Societății Regale, care nu putea fi de acord cu aceasta, a fost nevoit să demisioneze. Un om de spirit din acele vremuri a rezumat această controversă în următoarele versuri :

*„Cînd tu, mărite George, la adăpost te-ai vrea
Și chiar din paratrăsnet ții vîrful a-l tăia,
Poporul nu te-aprobă și nu mai e unit.
Franklin, isteț alege-o mai înțeleaptă cale
Și n-are a se teme de trăsnete tale,
El ține cu tărie oșelul ascuțit”.*

Coulomb și legea atracției

Cu toate aceste progrese, electricitatea și magnetismul continuau să rămînă niște misterioase fluide imponderabile, iar studiul lor cantitativ n-a putut să înceapă pînă cînd nu s-a

găsit o metodă de a le măsura. Aceasta a fost descoperită de Coulomb (1738—1806) în 1785, care a întreprins cercetările sale, fapt semnificativ, în scopul îmbunătățirii busolei marine.^{5.10} El s-a gândit să suspende acul busolei de un fir subțire, folosindu-l la măsurarea forțelor dintre polii magnetici și, mai târziu, dintre sarcinile electrice. Aceasta este balanța de torsiune, prototipul celor mai sensibile instrumente electrice din ziua de azi. Ea a fost realizată în mod independent și de Michell (1724—1793) și folosită de Cavendish (1731—1810). Cu această balanță, Coulomb a stabilit ceea ce se presupusese cu câțiva ani înainte, și anume că forțele dintre polii magnetici, ca și acelea dintre sarcinile electrice, sînt supuse aceluiași legi ca și forțele gravitației, adică forța este invers proporțională cu pătratul distanței. Aceeași concluzie fusese trasă mai înainte și din observațiile făcute de Priestley în 1766 și studiate cu și mai multă atenție de Cavendish în 1771, care au arătat că în interiorul unui conductor încărcat nu există sarcină. Aceste experiențe au dat posibilitatea să se aplice la electricitate întregul aparat al mecanicii newtoniene, cu deosebirea că în electricitate există atît forțe de respingere, cît și de atracție.

Electricitatea animală : Galvani

Dezvoltarea imediată a electricității n-avea să urmeze însă această linie cantitativă. La fel ca în cazul buteliei de Leyda, progresul fizicii a căpătat un nou impuls și o orientare datorită studierii simțurilor omului și animalului. Observatori atenți remarcaseră că există o mare asemănare între șocurile provocate de butelia de Leyda și cele produse prin atingerea diferiților pești electrice, în special peștele-torpilă (sau torpila-„somniferă”). În 1776 Cavendish a confecționat din piele o astfel de torpilă, legată de o baterie de butelii de Leyda.^{5.57b} Aceasta a dus la noțiunea de „electricitate animală”. S-au făcut apoi numeroase încercări confuze și neizbutite pentru a o descoperi, pînă cînd, în 1780, Galvani (1737—1798), profesor de anatomie la Bologna, a reușit întîmplător să efectueze experiența în care animale preparate au fost conectate cu aparatura electrică. El a observat că, ori de cîte ori se producea o scînteie electrică, cîteva perechi de picioare de broaște se contractau. Au trebuit să mai treacă încă șase ani înainte ca el să observe că, de fapt, aparatura electrică nu era necesară, deoarece picioarele broaștelor se contractau chiar și dacă se aplicau pe nerv și pe mușchi două bucăți din metale diferite puse în contact.

Curentul electric și pila lui Volta

Galvani descoperise de fapt curentul electric, însă nu și-a dat seama de acest lucru. Preocupările sale, avînd ca obiect fiziologia nervilor, l-au făcut să considere rezultatele experiențelor sale mai curînd ca o dovadă a existenței electricității la animale. A fost nevoie de gîndirea mai logică a compatriotului său Alessandro Volta (1745—1827), profesor de fizică la Pavia, pentru a înțelege importanța descoperirii lui Galvani. În 1795 Volta a arătat cum se poate produce electricitate fără a folosi vreun animal, pur și simplu punînd în contact două bucăți din metale diferite între care se afla un lichid sau o cîrpă udă. În felul acesta a fost realizată prima *pilă electrică*.^{4.81}

Progresul electricității în ultimele decenii ale secolului al XVIII-lea ilustrează în mod grăitor convergența rezultatelor tuturor științelor și stimularea deosebită în acea epocă revoluționară a tot ceea ce apărea nou și util. Datorită efectelor ei fiziologice, electricitatea a atras interesul medicilor, dar și al șarlatanilor, care erau în căutare de noi metode de tratament. Printre aceștia se afla și dr. John Graham, al cărui „Templu al sănătății” avea ca președinte pe miss Emma Lyons, ulterior lady Hamilton. În același timp și, în parte, tot prin intermediul medicilor, electricitatea a fost pusă în slujba revoluției pneumatice din chimie, care pe atunci ajunsese la punctul culminant (p. 450). În 1800, dr. Carlisle (1748—1840), chirurg londonez, și prietenul său William Nicholson (1753—1816), inginer, voiajor comercial și editor de lucrări științifice, au folosit pilă electrică de curînd inventată pentru a descompune apa în elementele ei, oxigenul și hidrogenul (p.453). În felul acesta au rezolvat o problemă fundamentală a chimiei și au pus bazele unei noi ramuri a științei, electrochimia.

Pilele galvanice au devenit curînd tot atît de necesare unui laborator bine utilat ca și buteliile de Leyda cu 50 de ani înainte. La început însă ele erau și mai scumpe decît acestea, astfel că numai cele mai bogate laboratoare își puteau construi pile mari. Lui Davy i-a revenit meritul de a produce, în 1802, noile metale, sodiul și potasiul, folosind cea mai mare pilă din lume de la Institutul regal. Aceste experiențe au scos electricitatea din izolarea în care se afla, considerată fiind un domeniu de fenomene ciudate, și au legat-o de ansamblul științei. Incepea să făgăduiască a deveni un lucru util și totodată interesant. Totuși, această utilitate a electricității n-a putut să se transforme în realitate timp de cîteva decenii, pînă la descoperirea legăturii între electricitate și magnetism.

În afară de descoperirea că electricitatea produsă în pila galvanică și cea produsă de o mașină prin frecare sînt de același gen, deși mult deosebite din punctul de vedere al cantității și intensității, natura curentului electric avea să rămînă învăluită în mister încă 20 de ani. Curentul produs de pile era variabil și imprevizibil și n-a putut fi măsurat pînă cînd nu s-a descoperit un alt efect cu totul deosebit al curentului electric.

Electromagnetismul

Multiplele analogii dintre electricitate și magnetism au determinat pe fizicieni să emită ipoteza că trebuie să existe o legătură oarecare între ele, însă această legătură era greu de descoperit. Abia în 1820, printr-o altă întîmplare, în cursul unei prelegeri la Copenhaga, Oersted (1757—1851) a constatat că curentul electric a făcut să devieze acul unei busole. El a reunit astfel, odată pentru totdeauna, știința electricității și a magnetismului. O consecință imediată a fost inventarea de către Sturgeon (1743—1850), în 1823, a electromagnetului și îmbunătățirea acestuia de către Henry (1799—1878) în 1831.^{5,6} Aceasta a dus simultan la inventarea telegrafului electric și a motorului electric.

Devierea acului magnetic de către curentul electric a avut și o imensă importanță teoretică. În mîinile lui Ampère (1755—1836), Gauss (1777—1855) și Ohm (1787—1854), ea a dus la descoperirea cîmpurilor magnetice produse de curenții electrici și a modului în care aceștia din urmă circulă prin conductori. De acum înainte, teoria curenților electrici putea să devină o știință cantitativă și să preia întregul aparat matematic al mecanicii. Totuși, într-o privință importantă, noile legi se deosebeau într-un mod misterios de cele ale lui Newton. Anume, toate forțele care acționau între corpurile examinate de Newton acționau pe direcția drepte care le unea centrele; în cazul fenomenelor electromagnetice însă, un pol magnetic era împins să se miște *perpendicular* pe dreapta ce-l unea de firul prin care se propaga curentul. Aceasta a reprezentat prima evadare din limitele teoriei simple, *scalare* a cîmpului, deschizînd drumul spre o teorie *vectorială* mai cuprinzătoare, în care trebuie să se țină seama atît de direcție, cît și de distanță. Aceste descoperiri în domeniul fizicii aveau să dea un nou impuls matematicii și s-o desprindă din simbioza ei, devenită acum sterilă, cu tradiția newtoniană.

Descoperiri întâmplătoare ?

Este interesant să reflectăm asupra șirului de descoperiri aparent întâmplătoare care au dus la actualul stadiu al cunoașterii. La prima vedere, toate acestea par să confirme ideea că dezvoltarea științei este cu totul imprevizibilă și că ea depinde în întregime de descoperiri pur întâmplătoare. În realitate, acum, când cunoaștem caracterul unora din relațiile existente între diferite laturi ale naturii, ne putem da seama că în ultima instanță ar fi fost foarte greu ca ele să nu fi fost descoperite, într-un fel sau altul, cu trecerea timpului. Este drept că inspirându-se din concepția despre unitatea naturii a „naturfilozofiei” Oersted a căutat timp de 13 ani să stabilească legătura dintre electricitate și magnetism, însă în cazul respectiv descoperirea sa n-a fost rezultatul unui plan deliberat. Dat fiind marele număr de oameni care se distrau în vremea aceea făcând experiențe cu curentul electric și cu acul magnetic, nu se putea ca cineva să nu constate, mai curînd sau mai târziu, interacțiunea dintre ele. Probabil că mulți o și constataseră, dar nu se gîndiseră la ea. În știință deseori dificultatea nu constă în a face o descoperire, ci în a constata că s-a făcut o descoperire. În toate experiențele există un număr de efecte produse de tot felul de cauze străine și care nu au nici un fel de însemnătate, astfel că este nevoie de un anumit grad de inteligență sau de intuiție pentru a vedea care dintre ele este într-adevăr important. Această afirmație este valabilă îndeosebi atunci cînd teoria existentă nu conține nimic care să îndreptățească presupunerea că se vor produce anumite fenomene, și cu atît mai mult atunci cînd, așa cum se întâmplă adeseori, par să existe toate temeiurile pentru a nu aștepta producerea lor. Totuși, mai devreme sau mai târziu, dacă există destui oameni care își concentrează eforturile în domeniul respectiv, se va găsi neapărat cineva cu destul spirit de observație, cu un orizont destul de vast, cu destul spirit critic față de teoriile ortodoxe sau destul de puțin informat asupra lor pentru a face descoperirea (p. 550).

Michael Faraday : inducția electromagnetică

Înainte ca interacțiunea dintre electricitate și magnetism să poată fi înțeleasă pînă la capăt, trebuia să se mai facă încă un pas hotărîtor. Se arătase în ce fel curenții electrici produceau magnetismul ; mai rămînea de arătat cum putea magnetismul să producă curentul electric. Această descoperire, deși avea să mai întîrzie zece ani, n-a fost întâmplătoare, ca cea a lui Oersted, ci a fost rezultatul unor cercetări deliberate, întreprinse de Faraday după un plan. În 1831, la vîrsta de 40 de ani, eliberîndu-se de restricțiile pe care întrucîtva invi-

diosul Davy i le impusese în activitatea sa,^{5.5} Faraday a dovedit că legătura dintre magnetism și electricitate nu este statică, ci dinamică, și că pentru a produce curent un magnet trebuie să fie adus în apropierea unui conductor electric. Această observație de o importanță hotărâtoare a arătat nu numai că magnetismul este echivalent cu electricitatea în mișcare, ci și viceversa, că electricitatea este magnetism în mișcare. Așadar, ambele serii de fenomene puteau fi examinate în lumina noii științe reunite, a *electromagnetismului*.

Descoperirea lui Faraday a avut și o importanță practică mult mai mare decât aceea al lui Oersted, deoarece dezvăluia posibilitatea de a genera curenți electrici pe cale mecanică și, invers, de a acționa mașinile cu ajutorul curenților electrici. În esență, soarta întregii industrii electrotehnice grele era cuprinsă în descoperirea lui Faraday. A trebuit însă să treacă aproape încă 50 de ani înainte de a se fi putut deduce din ea toate avantajele pe care le oferea (p. 442 și urm.). Faraday însuși era prea puțin înclinat să se orienteze spre aplicațiile practice ale descoperirii sale. Aceasta nu s-a datorat cîtuși de puțin lipsei sale de interes față de treburile lumești; Faraday cunoștea destul de bine, din experiență, lumea de afaceri și atitudinea guvernului spre a-și da seama cît timp i-ar fi trebuit și cîtă bătaie de cap ar fi avut pentru ca să poată aduce oricare dintre ideile sale în faza unei exploatați rentabile. El a socotit că putea să-și folosească mai bine timpul.^{5.18}

După cum arată în însemnările sale, Faraday era preocupat de un proiect de mare amploare, acela de a descoperi relațiile dintre toate „forțele” care erau cunoscute în fizica timpului său — electricitate, magnetism, căldură și lumină — și, printr-o serie de experiențe ingenioase, a reușit într-adevăr să stabilească fiecare dintre aceste relații. În cursul acestui proces a descoperit multe alte fenomene a căror deplină lămurire a trebuit să aștepte pînă în vremea noastră.^{5.32}

Cîmpul electromagnetic : Maxwell

Faraday făcea parte din acea categorie rară de fizicieni înzestrați cu facultatea de a-și reprezenta intuitiv forțele cu care lucrează. Imaginația sa vie a creat tabloul cîmpurilor electric și magnetic, prevăzute cu linii și tuburi de forță, arătînd că ori de cîte ori un tub de forță magnetică întretaie un conductor electric se produce curent electric și, invers, că mișcarea tuburilor electrice de forță dă naștere unor cîmpuri magnetice. În acest sens, opera lui Faraday, în care locul atracțiilor între puncte geometrice este luat de cîmpuri și potențiale, a completat marea sinteză matematică a lui Newton.

Transpunerea formală a intuițiilor calitative ale lui Faraday în ecuații matematice cantitative precise a fost opera lui Clerk Maxwell (1831—1879), care a sintetizat într-o formă concisă întreaga teorie electromagnetică, cu excepția acelor efecte aparent capricioase ale electricității asupra materiei, care se produc în descărcările electrice și care aveau să conducă la descoperirea electronului (p. 523).

Undele electromagnetice

Ecuațiile lui Maxwell au făcut însă mult mai mult: pornind de la forma lor se putea stabili că ar putea fi adaptate pentru a exprima undele de perturbație electromagnetică, despre care se presupunea că se propagă cu o viteză apropiată de cea a luminii. Secolul al XIX-lea fusese și martor al unei mari cotituri în domeniul concepțiilor despre natura luminii. Newton stabilise, spre propria sa satisfacție — și timp de o sută de ani nimeni nu îndrăznise să pună în discuție autoritatea sa —, că lumina este formată din particule de foc care se mișcă cu mare viteză. În 1801 fizicianul Thomas Young (1773—1829) în Anglia și fizicianul Fresnel (1788—1827) în Franța s-au văzut nevoiți, cu ocazia studierii interferenței și polarizării luminii, să revină la punctul de vedere al lui Huygens, că lumina este formată din unde. După o luptă aprigă cu adepții lui Newton, ei au obținut câștig de cauză și, timp de o sută de ani, nimeni n-a mai contestat natura ondulatorie a luminii. Totuși, dacă particulele de foc nu mai erau necesare, era nevoie de un mediu în care să se propage undele, chiar și prin imensul vid al spațiului, și pentru îndeplinirea acestei funcții, pentru a juca rolul de „subiect al verbului a se ondula”, a fost creat „eterul purtător al luminii” cu proprietăți incompatibile: rigiditate infinită și elasticitate infinită.^{4,117} Se știa însă de multă vreme că electricitatea și magnetismul acționează și în spațiul vid, astfel că s-au creat și pentru ele *cîmpuri* la fel de impalpabile. Maxwell a arătat, de fapt, că un eter unic, dar încă învăluit în mister (p. 337), era suficient în toate trei cazurile. El a realizat o mare sinteză și simplificare a fizicii, din care aveau să rezulte curînd consecințe importante.

Una dintre ele a fost stabilirea unei noi unități între diferitele științe, întreaga lumină apărînd ca un fenomen electromagnetic. O altă concluzie a fost că oscilațiile electromagnetice ar trebui să producă în eter unde asemănătoare cu cele ale luminii, însă cu frecvențe mult mai mici. Hertz (1857—1894) a demonstrat în 1888, în condiții de laborator, existența acestor unde, care aveau să constituie mai tîrziu baza radiocomunicațiilor.

Cu ecuațiile lui Maxwell, teoria electricității părea atât de aproape de a fi completă, încât se considera că viitorul nu mai rezerva fizicii decât extinderea și perfecționarea domeniilor ei. În realitate, după cum vom vedea în capitolul următor, această

teorie îmbrățișa numai o mică parte din fenomenele electricității, iar unitatea corpusculară a electricității — electronul — fusese cu totul omisă din ecuații.

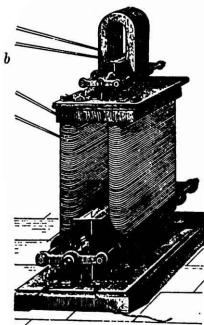
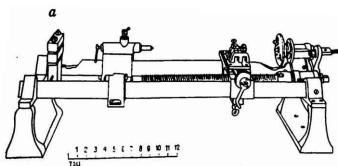


Fig. 13. TEHNOLOGIA SECOLULUI AL XIX-LEA (a) Schița strungului de filetat cu cărucior, construit de Maudslay, după exemplarul conservat în Muzeul științific din Londra (p. 430). (b) Primul *dinam* construit de Wilde cu electromagnet inductor alimentat separat (p. 445).

Rămânerea în urmă în domeniul aplicațiilor electricității

Pentru a prezenta o re-latare înche-gată a dezvoltării teoriei electromagnetismului, aceasta a fost expusă ca o succesiune logică a unui șir de evenimente de-a lungul secolului al XIX-lea. Dezvoltarea electricității în cursul acestei perioade a avut însă și o altă latură, practică, în continuă interacțiune cu progresul teoriei.^{5,3} Începînd din 1830, electricitatea a început să-și aducă nemijlocit contribuția la viața economică, mai întîi sub forma comunicațiilor, iar apoi pentru galvanostegie în sfîrșit ca sursă de lumină și de putere, concretizîndu-se în cele două noi

forme de comunicații — telefonul și telegrafia fără fir — apărute la sfîrșitul secolului. De fapt, electrotehnica a fost prima știință care și-a creat o industrie proprie, independentă de orice tradiție.

Procesul s-a desfășurat însă încet, întrucît, în ciuda legendei întreprinzătorului și agerului capitalist care prinde din zbor ideile noi și le comercializează înaintea concurenților săi, în realitate existau imense dificultăți practice cînd era vorba să se introducă ceva care necesita investiții înainte de

a aduce profituri. Atît oamenii de ştiinţă, cît şi inventatorii independenţi erau permanent strîmtoraţi în finanţarea lucrărilor lor. Singurul mijloc prin care se puteau descurca era acela de a produce ceva ce se putea vinde repede şi de a finanţa fiecare nouă invenţie din veniturile obţinute de la cea precedentă. Foarte puţini oameni reuşeau să învingă toate obstacolele ivite în calea aplicării practice a unei descoperiri importante. Mulţi dintre ei se ruinau sau se descurajau, iar nenumărate iniţiative se dovedeau sterile.

În procesul transformării descoperirilor de laborator în produse ale unei industrii rentabile, pot fi deosebite patru etape principale, fiecare dintre ele fiind legată de o aplicare practică diferită a noilor principii ale electricităţii. Aceste etape au fost telegraful, galvanostegia, arcul electric şi, în sfîrşit, lampa cu incandescenţă. Dintre acestea, prima, întrucît nu necesita curenţi mari, a dus mai ales la îmbunătăţirea pilor şi aparatelor de recepţie, contribuind astfel în mare măsură la dezvoltarea teoriei electricităţii.

Pe de altă parte, galvanostegia necesita curenţi intensi şi stimula folosirea unor surse de electricitate generată pe cale mecanică. Aceasta a dus la primele aplicaţii ale principiului lui Faraday, aplicaţii în care s-au folosit însă numai magneti permanenţi (maşina Pixii), astfel că aveau o putere mică şi erau ineficiente. În afară de aceasta, cererile industriei galvanostegice nu puteau să fie niciodată prea mari.

Arcul electric şi dinamul

Un domeniu de activitate mult mai vast l-a oferit industriei arcul electric, care a creat nevoia de generatoare puternice. În 1867 Wilde (1833—1919) şi sir William Siemens (1823—1883) au descoperit că curentul de la o maşină poate fi folosit pentru a excita cîmpul electromagnetic al unei alte maşini, ceea ce a condus la crearea primului *dinam*, simbolul energetic al unei epoci noi (fig. 13). Din moment ce se putea obţine curent relativ ieftin, s-a pus accentul pe găsirea unor aplicaţii cît mai largi ale acestuia ; în această privinţă, domeniul cel mai promiţător era acela al iluminatului locuinţelor şi al magazinelor, pentru care lumina arcului electric era prea puternică.

Soluţionarea problemei „subdivizării luminii electrice” a constituit-o inventarea lămpii cu filament incandescent, la început din cărbune, apoi din metal, introdus într-un bec în care s-a creat vid. Problema tehnică a construirii unui bec electric ieftin şi durabil a implicat dificultăţi considerabile, însă aceasta nu a ţinut în loc rezolvarea ei ; în 1872, Lodîghin (1847—1923) în Rusia şi ceva mai tîrziu Swan (1828—1914)

În Anglia au realizat un fel de lămpi cu incandescență. În ce privește producția lor comercială, lămpile necesitau un sistem mult îmbunătățit pentru a produce vidul în becuri, dar din moment ce existau stimulenții necesari acest sistem putea fi realizat oricând în cursul secolului. Adevărata dificultate a constatat în problema distribuirii și vânzării curentului. Contribuția hotărâtoare a lui Edison în acest domeniu a constatat în înființarea *uzinei electrice*, în 1881, cu rețeaua ei de centrale și cu distribuirea electricității asemenea gazului sau apei.

Așadar, decalajul de 50 de ani între descoperirea lui Faraday și aplicarea ei de către Edison nu s-a datorat vreunei rămânări în urmă a științei sau tehnicii, ci unor cauze de ordin economic și social.^{5,3} La jumătatea secolului al XIX-lea nu existau nici un fel de mijloace de exploatare organizată a unei idei științifice care să poată fi dusă pînă la stadiul de rentabilitate. Odată însă atins acest stadiu, nimic nu mai putea opri răspîndirea aplicațiilor practice ale științei. Lumina și energia electrică apăruseră; ele aveau să se răspîndească în secolul următor într-un ritm mult mai rapid decît aburul.

Rolul electricității în aplicarea energiei pentru nevoile transporturilor, pentru acționarea mașinilor, pentru încălzit și iluminat, precum și folosirea ei în telegrafie și telefonie, depindea exclusiv de elaborarea minuțioasă a experiențelor electromagnetice inițiale efectuate de Oersted și Faraday, expuse ulterior într-o formă matematică de o generație de fizicieni teoreticieni care a culminat cu Maxwell. De fapt, după 1831 în fizică n-a mai apărut nici o idee radical nouă de natură să contribuie la un progres în studiul electricității. Industria electrotehnică a secolului al XIX-lea, ca și aceea a secolului al XX-lea, cu excepția aplicațiilor electronicii, reprezintă un exemplu ideal de industrie pur științifică, depinzînd de priceperea și ingeniozitatea de a folosi un număr limitat de principii în scopul soluționării unei sfere din ce în ce mai mari de aplicații practice.

Istoria electricității și magnetismului oferă primul exemplu de transformare a unui complex pur științific de experiențe și teorii într-o mare industrie. Industria electrotehnică este în mod necesar pe de-a întregul științifică și, totuși, reprezintă exemplul cel mai incontestabil al modului în care cercetarea științifică se poate transforma în practică inginerască. Nu era cîtusi de puțin necesar ca oamenii care aveau să instaleze linii de telegraf să aibă același nivel științific ca inventatorii telegrafului. Această necesitate a dat naștere profesiei de ingineri telegrafiști, care în 1871 s-au reunit într-o societate ce și-a schimbat în 1889 denumirea în Instituția inginerilor electricieni. În cei 50 de ani de existență, profesiunea de inginer elec-

trician și-a acumulat o tradiție și un cod al experienței practice. Principiilor științifice fundamentale ale inducției electromagnetice li s-au suprapus probleme de proiectare și de producție, de economie în muncă și de facilitare a întinerii. Până la urmă, ciclul istoric trebuia să se încheie, iar noua profesiune avea să ofere pentru scurt timp mijloace de existență lui Albert Einstein și P.A.M. Dirac, doi tineri care aveau să revoluționeze fizica.

Descărcările electrice și noua fizică

Totuși, victoriile obținute pe tărîm practic de electrotehnică nu erau consecința finală cea mai rodnică a studiului electricității și magnetismului. De altfel, ele nici n-aveau să mai rezulte din continuarea studiului teoriei electromagnetice. Noile mari progrese aveau să apară dintr-o serie de fenomene cu totul diferite — ciudatele efecte luminoase care preocupaseră pe primii amatori de electricitate din secolul al XVII-lea —, ducînd, după cum vom vedea în capitolul al X-lea, la descoperirea razelor Roentgen, a electronului, a radioactivității, a tuburilor electronice, la teoria atomică și, în cele din urmă, la fisiunea nucleară. Această ramură nu părea la început prea promițătoare: fenomenele erau capricioase, iar reprezentarea lor prin expresii cantitative era aproape cu neputință; de asemenea nu se întrezărea nici o posibilitate de aplicație practică pentru a concentra interesul asupra lor și a desfășura cercetări intense. De aceea n-au fost studiate în mod sistematic, iar rezultatele impresionante pe care le putea da s-au lăsat așteptate pînă la sfîrșitul secolului.

9. 4. Chimia

Principală trăsătură a științei în secolele XVIII—XIX a fost apariția chimiei, s-ar putea spune chiar întemeierea ei, ca disciplină rațională teoretică și practică. Din punct de vedere practic, știința chimiei este la fel de veche, dacă nu chiar mai veche, decît oricare altă știință; însă, după cum s-a mai arătat (p. 50, 159, 203), ea n-a fost și n-a putut deveni o știință logic încheată decît foarte tîrziu, deoarece științei de mai înainte îi lipsiseră premise esențiale pentru a face acest pas. A fost necesar un timp îndelungat pentru a acumula o experiență mai vastă în domeniul cunoașterii proprietăților și transformărilor unui număr mai mare de substanțe decît era posibil în antichitate sau în vremea Renașterii. Dezvoltarea rapidă și răspîndirea largă a exploatarei miniere și a industriei chimice — cu caracter neștiințific și prin excelență tehnic — a constituit o condiție preliminară necesară pentru elaborarea unei teorii chimice

cît de cît eficientă. Totodată însă era nevoie și de concepții cuprinzătoare care să sintetizeze diferitele date experimentale și să ducă la formarea unei imagini încheiate a fenomenelor, accesibilă înțelegerii și care să poată fi utilizată pentru a conduce pe cercetători spre noi descoperiri.

Sfîrșitul alchimiei

O premisă necesară pentru elaborarea unei concepții raționale a chimiei era înlăturarea credințelor magice, moștenite din antichitatea clasică și chiar din epoci mai vechi, credințe care mai încurcau încă în activitatea sa pe chimistul practician. Dintre acestea, cele mai dăunătoare și mai greu de dezrădăcinat erau aspectele astrologice și mistice ale alchimiei, ca și preocuparea acesteia pentru problema deșartă a fabricării aurului. Prima încercare făcută în secolul al XVII-lea de a transforma chimia într-o știință rațională, după cum am văzut (p. 332), a eșuat, cu toate că, datorită lucrărilor lui Boyle, Hooke și Mayow, aceștia erau la un pas de reușită. Concepția corpusculară, cu schemele ei matematice-mecanice mult prea rigide, n-a putut fi de fapt aplicată de chimie pînă cînd în prealabil n-a fost mai bine lămurit specificul cantitativ al fenomenelor chimice.

În căutarea principiilor chimiei

În cea mai mare parte a secolului al XVIII-lea, linia pe care avea să progreseze chimia era cu totul diferită. În loc să se încerce aplicarea la chimie a unor principii raționale bazate pe sisteme mecanice, care nu puteau face față imensei diversități a fenomenelor chimice, cunoașterea avea să avanseze printr-o raționalizare progresivă a concepțiilor inițial magice și animiste. Acestea din urmă, deși la început aveau inevitabil un caracter vag, posedau o elasticitate care a permis chimiștilor practicieni să sistematizeze, în cadrul cîtorva teze nominale întreaga varietate a operațiilor lor. Abia după depășirea acestei etape a fost cu puțință să se aplice în mod eficient probele fizice : măsurătoarea și calculul. Marele progres al secolului al XVIII-lea a constatat în faptul că multiplele probleme ale chimiei s-au redus la una centrală : aceea a *arderii*, adică a activității spiritului focului (p. 203). Problema se punea în felul următor : ce se întîmplă cu materialele combustibile atunci cînd ele ard în aer ? Răspunsul evident era că acestea dispar în flăcări și fum, lăsînd în urma lor cenușa. Această concepție, care putea fi aplicată cu succes la lemn și uleiuri, nu se putea extinde lesne asupra altor substanțe ca metalele, care se degradau sau rugineau în aer. Aveau oare

toate aceste fenomene ceva comun între ele ? Și, în acest caz, care era rolul aerului ?

Unele răspunsuri la aceste întrebări fuseseră date încă în secolul al XVII-lea. Jean Rey în 1630^{4.63} și Mayow în 1674^{4.68} stabiliseră faptul important că metalele câștigau în greutate când erau încălzite în aer și că aerul conținea în sine ceva, un fel de „spirt nitroaerian“, a cărui funcție era să întrețină atât focul, cât și suflul vieții. Cei doi cercetători au fost însă precursori solitari, care n-au putut influența serios dezvoltarea generală a gândirii în chimie (p. 332).

Doctrina flogisticului

Într-adevăr, această gândire se dezvolta hotărât în direcția opusă, spre concepția că toate corpurile care ard conțin o substanță pe care o pierd prin ardere. Ideea unei asemenea substanțe care, în esență, avea același rol ca sulful la arabi și la adepții lui Paracelsus a reînviat datorită lui Becher (1635—1682) și discipolului său Stahl (1660—1734), care au botezat-o *flogistic*, principiul floxului, sau flăcării, deși teoria flogisticului a fost acceptată în general abia către sfârșitul secolului al XVIII-lea. Corpurile care conțineau mult flogistic ardeau bine; corpurile care nu ardeau erau deflogisticate. Un corp cu mult flogistic, cum ar fi cărbunele, îl putea transmite unui corp care-l pierduse, ca bunăoară minereului de fier, iar prin cedarea de flogistic, putea să-l transforme în fier metalic strălucitor. Chiar de la început s-au ridicat obiecții împotriva acestei teorii. Se arăta că flogisticul nu este o substanță. Prin esența sa este chiar ceva contrar unei substanțe; nu are masă. După cum am văzut însă mai înainte (p. 435) ideea unui fluid imponderabil nu avea în ea nimic ciudat: electricitatea, magnetismul și căldura, toate de o realitate neîndoielnică, erau și ele de aceeași natură. Chiar și după ce s-a stabilit că unele corpuri, pierzându-și flogisticul deveneau într-adevăr mai grele, acest fapt a fost explicat fie printr-un adaos secundar provenit din aer, fie prin ideea că flogisticul, prin însăși natura sa, este foarte ușor.

Privind teoria flogisticului prin prisma succesei ei nemijlocite — teoria arderii ca proces de oxidare —, sîntem înclinați s-o considerăm absurdă; în realitate, ea a fost o teorie extrem de prețioasă, care a coordonat un mare număr de fenomene diferite din chimie. Ea s-a dovedit a fi o bună bază de lucru pentru cei mai buni chimiști de la mijlocul secolului al XVIII-lea și mulți dintre ei i-au rămas credincioși pînă la sfîrșit. Printre partizanii convinși ai acestei teorii se afla și Joseph Priestley (p. 376), omul ale cărui experiențe aveau să o răstoarne.

Concepția centrală pe care s-a bazat această teorie a fost universalitatea proceselor contrare : *flogisticare-deflogisticare*. Teoria reunea procese similare și le separa pe cele ne-similare. Din punctul de vedere al adversarilor acestei teorii, deflogisticarea consta nu în înlăturarea unei substanțe metafizice, flogisticul, ci în adăugarea unei substanțe materiale, oxigenul, adică *oxidarea*, pe când flogisticarea consta în înlăturarea oxigenului, *reducerea* substanței. Pentru progresul chimiei era necesar ca drept criteriu de verificare să fie folosită cântărirea. Acum, în secolul al XX-lea, ne putem îngădui să revedem din nou această idee și să ne întoarcem la flogistic ca substanță materială, deși era considerată foarte ușoară ; în limbaj modern s-ar putea face o paralelă între flogistic și electroni. Substanțele care au un surplus de electroni ușor de înlăturat, ca hidrogenul, metalele sau cărbunele, sînt cele care altădată erau socotite a fi bogate în flogistic ; cele în care se observă un echilibru exact al electronilor, ca sărurile și oxizii, sînt deflogisticate ; iar cele care absorb cu aviditate electroni, ca oxigenul, ar apărea ca extrem de deflogisticate. Eșecul teoriei flogisticului s-a datorat nu lipsei ei lăuntrice de coerență logică, ci faptului că, așa cum se prezenta, nu putea fi pusă niciodată în concordanță cu faptele materiale. Ea trebuia să fie răsturnată, flogisticarea devenind reducere, iar deflogisticarea oxidare. Impulsul pentru efectuarea acestei răsturnări avea să vină nu din partea chimiei tradiționale, ci dintr-un domeniu cu totul diferit : studiul gazelor.

Revoluția în teoria gazelor.

Spiritele sălbatice de neîmblînzit. Van Helmont

Către mijlocul secolului al XVIII-lea, distilarea nu mai prezenta nici un fel de noutate, astfel că interesul s-a îndreptat spre acele produse ale proceselor chimice care nu puteau fi recuperate în condensator : „spiritele sălbatice de neîmblînzit“ ale lui van Helmont (p. 303). Astfel de spirite, fantasma sau gaze haosuri, cum le numea el, erau bine cunoscute în practică, mai ales minerilor și începeau să atragă atenția oamenilor de știință ; acestea erau înșelătoarele gaze grizu, sau „aerul care arde“ din mine și din mlaștini, care putea fi captat în bășici și apoi ars. Mai era, de asemenea, ucigătoarea *mofetă*, din peșteri și gazele care se formau după exploziile de grizu. Existența unor gaze asemănătoare putea fi constatată și în zăcătoarele berarilor, unde asfixiau pe lucrătorii care întîmplător cădeau în ele.

Hales și experiențele cu gaze

În studiul acestor gaze avea să fie găsită cheia pentru explicarea fenomenelor chimice. În lucrarea sa „Statica plantelor”, preotul Stephen Hales (1677—1761) arătase încă de la începutul secolului cum se pot capta gazele deasupra apei și cum li se poate măsura volumul. Mai târziu, Priestley și Cavendish au captat într-un mod mai eficace gazele ce se formează deasupra mercurului. Sarcina următoare consta în a stabili că aceste gaze nu erau identice cu aerul și că existau deosebiri *calitative* între ele. După aceasta gazele de diferite feluri mai trebuiau doar supuse aceluiași tratament cantitativ pe care Boyle îl folosise în cazul transformării corpurilor solide.

Proba cântăririi : conservarea materiei

Progresul esențial a constat în extinderea ideii cântăririi substanțelor chimice supuse unor transformări asupra *tuturor* produselor care iau parte la transformare în loc să cântărească, cum făceau vechii experimenatori, numai minereul inițial. Atîta timp cît gazele care intrau sau ieșeau din reacție nu erau cântărite sau măsurate, era evident imposibil să se facă o justă contabilitate a experienței chimice. Faptul că trebuia să existe o egalitate între substanțele intrate și ieșite din reacție a fost clar enunțat pentru prima oară de Lomonosov (p. 364) în 1774, ca principiu al conservării materiei, însă opera sa a fost trecută cu vederea și de-abia Lavoisier în 1785 i-a dat forma unui principiu fundamental. Este curios că acesta din urmă l-a enunțat pe baza unui studiu al proceselor de fermentație.

Joseph Black : aerul fixat

Primul pas în noua chimie cantitativă a gazelor a fost făcut de Joseph Black, un medic scoțian, al cărui interes în această direcție a fost trezit de primele conferințe de chimie ținute de dr. Cullen la Glasgow. Black și-a scris teza sa de doctorat în medicină în 1754, cu tema „Experiențe asupra magneziei albe, a varului nestins și a altor substanțe alcaline”, în cadrul cercetărilor avînd ca obiect descoperirea unui nou remediu, mai blînd, împotriva „calculilor”, boala cea mai răspîndită a alcoolicii înveterați din secolul al XVIII-lea. Camera comunelor votase o recompensă de 5 000 de lire sterline pentru Joanna Stephens, care descoperise un astfel de remediu, constînd din cochilii de melci calcinate amestecate cu miere.

Black a separat și a cântărit gazul degajat prin încălzirea unor carbonați ca piatra de var și magnezia. El l-a numit „aer fixat“, deoarece putea să-l dizolve în apa de var, reconstituind astfel carbonatul inițial, fără nici o pierdere în greutate. În felul acesta, el a arătat că un gaz poate fi parte integrantă dintr-un corp solid, că este de natură strict materială și nu conține nimic mistic.

Joseph Priestley și descoperirea oxigenului

Următorul pas important în progresul chimiei este datorat lui Joseph Priestley (p. 376). În timp ce din îndemnul lui Franklin lucra la o istorie a electricității, Priestley a făcut anumite experiențe asupra descărcărilor electrice în aer care l-au dus din domeniul fizicii în acela al chimiei. Pentru începuturile chimiei este caracteristic că progresele ei reale n-au fost înfăptuite de chimiști. Aceștia știau prea mult, dispuneau de teorii care explicau orice; fizicienilor, care nu știau nimic în acest domeniu, le-a revenit sarcina să găsească explicații fie fanteziste, fie bazate pe rațiune.

Priestley sesizase ideea că nu există un singur fel de aer. El a făcut experiența cu toate gazele pe care le-a putut găsi și a obținut multe altele noi. Primul său succes l-a constituit prepararea *apei gazoase*, conținând aer fixat în soluție, pentru care i s-a acordat cea mai înaltă distincție a Societății Regale, medalia Copley. Deși speranța inițială că apa gazoasă avea să fie un remediu împotriva scorbutului — acest flagel al călătoriilor oceanice lungi — s-a dovedit a fi deșartă, apa gazoasă a rămas, prin propriile ei merite, primul produs comercial nou al pneumaticii.

Priestley a dat unui gaz pe care l-a preparat prin încălzirea oxidului roșu de mercur (*mercurius calcinatus per se*) denumirea de „aer deflogisticat“, deoarece avea o mai mare afinitate cu flogisticul decât aerul obișnuit, adică lucrurile ardeau mai bine în el decât în aer. Acesta a fost gazul pe care îl numim astăzi *oxigen*, iar descoperirea sa, făcută în 1774, a reprezentat punctul culminant a ceea ce se poate numi, pe bună dreptate, revoluția pneumatică în chimie. Cam în același timp oxigenul a fost obținut de Scheele în Suedia. Scheele era un chimist mult mai bun decât Priestley, însă pe el îl interesa mai curînd analiza decât problemele teoretice ale chimiei, și de aceea descoperirea oxigenului făcută de el n-a contribuit atît cît ar fi trebuit la rezolvarea problemelor fundamentale. Priestley a arătat că atît în procesul arderii, cît și în cel al respirației se consuma aer deflogisticat (adică oxigen). El a arătat, de asemenea, că la lumina Soarelui plantele verzi produc oxigen din „aerul fixat“, adică din bioxid de carbon.

Așadar, el a rezolvat în principiu problema esențială a ciclului carbonului, care trece din atmosferă în plante și animale și se întoarce din nou în atmosferă, însă n-a înțeles pe deplin însemnătatea propriilor sale descoperiri, rămânând astfel ca Lavoisier, înzestrat cu o gândire mult mai pătrunzătoare și cu mai mult spirit de sistematizare, să completeze această lacună.

Infirmarea teoriei flogisticului

Ca și Priestley, Lavoisier a ajuns la chimie prin fizică (p. 379). Spre deosebire de Priestley însă, el nu s-a risipit în ample experimentări calitative, ci și-a propus sarcina limitată și precisă de a cerceta mecanismul arderii în aer, ceea ce, după cum și-a dat bine seama, prezenta o importanță hotărâtoare pentru teoria fenomenelor chimice. Lucrările sale au avut de la început și până la sfârșit un caracter precis, sistematic și *cantitativ*. În 1773, deja conștient de importanța noii chimii a gazelor, și în special a fenomenelor „fixării aerului”, care s-a dovedit a fi un fapt, el și-a propus să se folosească de această descoperire în scopul „înfăptuirii unei revoluții în fizică și chimie”. Mai târziu, aflând despre descoperirea oxigenului de către Priestley, și-a dat imediat seama de însemnătatea ei și a reușit să demonstreze că numai oxigenul asigură arderea, aceasta reprezentând de fapt adăugarea de oxigen, sau, cum l-a denumit el inițial, *principiul oxigen*, adică principiul producător de acid, termen pe care l-a inventat anume. Această descoperire era diametral opusă teoriei flogisticului, pe care el n-a șovăit nici o clipă s-o atace, răsturnând toate argumentele vechii concepții despre ardere și repunând-o pe picioare, așa cum a procedat Marx cu filozofia lui Hegel (p. 778). ^{5.52}

Elementele chimice

Lavoisier a arătat că toate fenomenele chimiei, considerate mai înainte haotice, puteau fi sistematizate în cadrul unei legi de combinare a elementelor vechi și noi. La lista elementelor în sensul în care le-a înțeles Boyle și nu Aristotei (p. 332) — carbonul, sulful, fosforul și toate metalele — el a adăugat noul său element, oxigenul, care împreună cu *hidrogenul* compune vechiul element, apa, precum și celălalt component al aerului, azotul, care înseamnă „fără viață”, sau, cum se mai numește, *nitrogenul*. Potrivit acestui nou sistem, compuşii chimici se împărțeau în linii mari în trei categorii: cei ai oxigenului cu metaloizi — *acizi*; cei ai oxigenului cu metale — *baze*; și combinația acizilor cu bazele — *săruri*. Lavoisier a înlăturat o dată pentru totdeauna toată nomenclatura chimică

veche, consfințită de vreme și bazată pe metode de preparare sau pe asemănări imaginare : în loc de ulei de tartru (*oleum tartari per deliquum*), zahăr de plumb etc., el a introdus termenii pe care îi folosim și în prezent, carbonat de potasiu, acetat de plumb etc. Acest pas înainte a marcat în sine extinderea în chimie a aceluiași proces de raționalizare care fusese aplicat în fizică la începutul secolului al XVII-lea fiind inspirat totodată și de nomenclatura simplificată introdusă de Linné în clasificarea sa botanică (p. 465).

Lavoisier a împins însă acest proces cu încă un pas înainte ; folosind datele ce se acumulasă rapid cu privire la *cantitățile* în care se combinau diferitele substanțe solide, el le-a extins și asupra gazelor recent descoperite și, cu ajutorul legii conservării masei descoperite de el, a redus chimia la expresia cantitativă, în care nu mai intrau decât elemente. În felul acesta, dintr-o singură lovitură, a transformat chimia dintr-un șir de rețete independente, care trebuiau studiate una câte una, într-o teorie generală cu ajutorul căreia nu numai că se puteau explica fenomenele precedente, dar se și puteau prevedea cantitativ altele noi. Lavoisier a fost mai mult un legiuitor al chimiei decât un cercetător sistematic al fenomenelor chimice ; el se concentra asupra punctelor esențiale, lăsând pe seama altora, ca Berthollet (1748—1821) și Richter (1762—1807), sarcina de a examina natura afinității chimice sau proporțiile exacte în care se combină efectiv substanțele chimice.

Primatul chimiei

Succesul lui Lavoisier în realizarea unei revoluții în chimie a stîrnit un uriaș entuziasm. Revoluția plutea în aer, iar noua chimie, acum legată atît de strîns de fizică, a atras curînd la studiul ei unele dintre mințile cele mai luminate ale vremii, ajutînd Franța să dobîndească un loc de frunte în lumea științei pentru aproape o jumătate de veac.

Interesul pentru chimie s-a reflectat în industrie, iar industria, la rîndul ei, a înzestrat chimia cu noi substanțe și a ridicat în fața ei noi probleme. Studiarea de către Scheele a mineralului folosit la colorarea sticlei, pirolusita, a dus în 1774 la descoperirea *clorului*, Berthollet a folosit clorul în 1784 la înălbit, iar McGregor, la sugestia ginerelui său Watt, l-a folosit pentru prima oară pe scară largă în înfloritoarea industrie de pînzeturi din Glasgow.^{5,4} Celelalte progrese importante ale industriei chimice au fost : elaborarea procesului de fabricare a acidului sulfuric de către Roebuck (1746), acid care a servit la înlocuirea laptelui smîntînit folosit la înălbit și la fabricarea sodei din sare după procedeul lui Keir (1735—1820) din 1769 și al lui Leblanc (1742—1806) din

1790, renunțându-se la costisitorul varec (barile).^{5.4} Deși Leblanc personal a murit în mizerie, procedeul său a fost perfecționat din ordinul direct al lui Napoleon, această realizare scutind Franța de necesitatea aprovizionării cu sodă din țările aflate sub controlul Angliei. Toate aceste procedee au contribuit substanțial la imensa creștere a producției industriei textile, care a reprezentat principalul factor al revoluției industriale, depășind cu mult posibilitățile limitate ale aprovizionării cu produse vegetale. Chiar și în cazurile, ca în cel de față, când procedeele își aveau originea în teoria tradițională sau în cea a flogisticului, succesul lor și anticiparea unor noi succese care aveau să vină au stimulat studiul chimiei și au dus la adoptarea imediată a noilor doctrine raționale.

Chimia nutriției și a respirației

O altă contribuție adusă de Lavoisier în știință a fost transformarea reprezentărilor calitative, datorate lui Priestley, cu privire la natura chimică a proceselor vieții, în reprezentări cantitative; astfel el a devenit părintele fiziologiei cantitative. Printr-o serie de experiențe admirabil concepute și efectuate, Lavoisier a reușit să demonstreze că un organism viu se comportă exact ca focul, că el arde de fapt materialele conținute în alimente și eliberează energia rezultată sub formă de căldură. Pentru prima dată a putut fi stabilită balanța chimică generală a organismelor și a fost dezvăluită adevărata semnificație a mecanismelor respirației și a circulației sîngelui, descoperite de Harvey cu aproape 200 de ani înainte.

Dalton: teoria atomistă

Următorul pas de importanță crucială în înțelegerea chimiei a fost făcut, 20 de ani mai târziu, de John Dalton (1766—1844), un quaker țesător și institutor din Manchester. Ca și Priestley și Lavoisier, el era interesat în primul rînd nu de chimie, ci de fizică și de meteorologie. Îl preocupau gazele ca fluide elastice și a încercat să explice proprietățile lor, pe baza principiilor newtoniene, prin respingerea reciprocă dintre *atomi*. Aceasta l-a determinat să reflecteze asupra raporturilor posibile între atomi în diferitele feluri de gaze, găsind astfel explicația legilor combinării elementelor în compuși multipli de greutate determinate, compuși care au rezultat treptat din analiza noilor gaze, ca protoxidul de azot, oxidul de azot și peroxidul de azot, pe care le notăm, după Dalton, N_2O , NO și NO_2 . Aceste legi reieșeau de la

sine din ipoteza că toți compușii chimici se formează atom cu atom, atomii de tipuri diferite asociindu-se câte doi, câte trei și câte patru.

Cristalografia : Haüy

Alte fenomene cu caracter de lege, ca bunăoară cele care aveau loc în cristale, sugerau de asemenea, cam în aceeași epocă, o explicație atomistă. Steno dovedise în secolul al XVII-lea că *unghiurile* formate de fețele unui cristal sînt invariabile. Huygens își dăduse seama că aceasta implica ipoteza după care cristalul trebuie să fie constituit din molecule identice, așezate ca niște alice, sau, așa cum s-a exprimat Newton, „în rînduri și coloane”. Unui abate francez ieșit la pensie, Haüy, i-a revenit sarcina să generalizeze în 1800 toate aceste observații și să arate cum se pot asocia moleculele în diferite feluri de cristale. Mai târziu Mitscherlich (1794—1863) a constatat că compușii similari aveau cristale de forme aproape identice, astfel că noua știință a cristalografiei a putut să devină un auxiliar util al chimiei.

Electroliza : Humphry Davy și Faraday

Un alt ajutor aveau să-l dea fenomenele electrice. Se constatăse că nu numai apa, ci și sărurile erau descompuse de curentul electric recent descoperit (p. 439). În 1807 Davy a obținut noi metale — sodiul, potasiul și calciul — din săruri și pămînturi nedescompuse în prealabil, completînd astfel schema lui Lavoisier și împărțind toate elementele în metale și metaloizi. S-a constatat că atomii metalelor au sarcină pozitivă, iar cei ai metaloizilor sarcină negativă. Faraday a arătat că viteza de deplasare a atomilor în soluții este proporțională cu greutatea lor echivalente, iar aceasta conducea în mod logic la ideea unui atom comun unic al electricității, cunoscut în prezent ca fiind electronul. Însă acest ultim pas avea să mai aștepte încă 70 de ani, atît de puternică era prejudecata împotriva atribuirii de însușiri atomice unui fluid.

Chimia anorganică și chimia minerală : Berzelius

Teoria electricității a oferit o explicație simplă a modului în care se formează sărurile prin neutralizarea reciprocă a sarcinilor pozitive și negative, iar aceasta a dus în prima jumătate a secolului al XIX-lea, în special datorită

cercetărilor marelui chimist suedez Berzelius (1779—1848), la determinarea constituției unui mare număr de compuși anorganici și de minerale.

Noua industrie chimică, lipsită de tradiție, ale cărei începuturi datau din secolul al XVII-lea, luă acum o dezvoltare rapidă sub dublul impuls al noii cunoașteri și al cererilor considerabil mărite ale altor industrii, în special ale industriei textile predominante. Totuși, această industrie chimică se baza încă pe întreprinderi foarte mici, astfel ca să îngăduie un contact strâns între oamenii de știință și industriași, chiar și atunci când savantul și industriașul nu erau una și aceeași persoană. Această nouă industrie a făcut legătura între chimistul mineralog, interesat în primul rând în cercetarea minereurilor, și farmacistul, care era preocupat de produsele vegetale și animale.^{5.3}

Chimia organică : Dumas și von Liebig

Astfel, chimia a căpătat pentru prima oară o bază economică temeinică și permanentă, mult mai largă și mai bine aprovizionată decât prăvălia farmacistului din trecut, și de pe această bază a devenit posibil să se pătrundă în domeniul mult mai dificil al chimiei organice. Totuși, în ciuda ingeniozității și priceperii oamenilor care lucrau în acest domeniu, progresul a fost foarte lent. De fapt, extragerea și purificarea celor mai simple substanțe organice — uleiuri, zaharuri și acizi vegetali — s-au făcut relativ ușor ; la fel au stat lucrurile și în ce privește analizarea lor cu ajutorul elementelor recent cunoscute : carbonul, azotul, oxigenul și hidrogenul. Datele obținute nu spuneau însă prea mult prin ele însele ; era nevoie de un nou mod de interpretare a fenomenelor.

Aceasta a fost opera noilor chimiști, mai întâi Gay-Lussac (1778—1850), Laurent (1808—1853), Gerhardt (1816—1856) și Dumas (1800—1884) în Franța, apoi von Liebig și Wöhler (1800—1882) în Germania. Liebig a fost acela care a contribuit mai mult decât oricare altul la restabilirea înfloririi Germaniei în chimie după aproape 70 de ani de predominare franceză. Laboratorul său din Giessen avea să reprezinte un model de laborator chimic modern destinat învățămîntului și cercetării. Treptat, pornind de la studiul substanțelor mai simple — grăsimi, acizi grași și alcooli —, au început să se formeze concepții despre *structura* compuşilor organici. În urma unui scandal izbucnit la un bal, unde lumînări de un tip nou albite cu clor răspîndiseră o duhoare groaznică, Dumas, care fusese în-

sărcinat cu anchetarea acestui caz, a constatat că clorul poate să înlocuiască hidrogenul, ceea ce l-a condus la o teorie generală a *substituției*. De aici a rezultat o teorie a *tipurilor* de molecule avînd o anumită parte comună (de exemplu alcoolii), iar apoi a *radicalilor*, părți comune, ca metilul sau benzilul, care, luate separat pot să îndeplinească rolul atomilor.

O astfel de structură putea fi, desigur pur aditivă, deși încă din 1823 von Liebig descoperise un caz de *izomerism*: două substanțe cu aceeași compoziție, însă cu proprietăți chimice diferite. Aceasta indica limpede existența unei anumite deosebiri în ce privește structura interioară a moleculei, însă astfel de idei au întâmpinat o rezistență categorică, mai cu seamă din considerente de ordin metafizic și filozofic. Ipoteza atomilor era considerată ca inacceptabilă pentru un mare număr de oameni de știință. Unora li se părea că această ipoteză depășea cu mult datele pe care le oferea experiența, altora că aduce un spirit de deism radical. Exista, de asemenea; o puternică aversiune față de ideea că substanțele formate în organismele ființelor vii puteau fi preparate în laborator.

Legea lui Avogadro

Chimia organică ar fi putut să rămînă o culegere clasificată de substanțe identificate, cu formule sumare, și de reacții de transformare a unor substanțe în altele dacă n-ar fi primit două impulsuri din partea fizicii. Primul impuls a fost recunoașterea valabilității unei legi, enunțate prima dată de Avogadro (1776—1856) încă în 1811, dar care în general nu fusese acceptată pînă în 1860, cînd a fost reluată de Canizzaro (1826—1910). Această lege, care afirmă că în condiții identice volumele egale ale tuturor gazelor conțin un număr egal de molecule, a dat posibilitatea să se determine numărul exact al fiecărui fel de atomi dintr-o moleculă.

Moleculele asimetrice : Pasteur

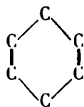
A doua descoperire a fost aceea a descompunerii acidului racemic în doi componenți: unul, acidul tartric obișnuit, iar celălalt, identic din punct de vedere chimic cu primul, însă diferit din punctul de vedere al proprietăților fizice. Această descoperire, care avea să se dovedească de o importanță capitală pentru știința secolului al XIX-lea, a fost făcută de Pasteur în 1848, cînd avea numai 25 de

ani.^{5,3} El a arătat că, în timp ce moleculele obținute prin procedeele obișnuite de laborator nu fac să se rotească planul luminii polarizate, cele naturale provoacă această rotație. Primele sînt constituite în număr egal din două genuri de molecule cu configurații simetrice, ca mîna dreaptă și stîngă; cele naturale conțin un singur gen de molecule.

Din această importantă observație au rezultat două concluzii cu totul diferite. Prima a fost aceea că moleculele au o formă determinată în spațiul tridimensional, cu alte cuvinte că pot fi reprezentate ca sisteme solide. A doua, că în mod evident natura a creat moleculele printr-un procedeu diferit de procedeul aplicat de chimiștii din acele vremuri și că în organismele vii trebuie să existe structuri chimice determinate, care se deosebesc bunăoară ca mîna dreaptă de cea stîngă. Pasteur însuși a urmat linia dată de cea de-a doua concluzie, care l-a situat printre întemeietorii biochimiei moderne, iar mai tîrziu ai bacteriologiei.

Kekulé și inelul benzenului : valența

Viitorul chimiei organice se afla în sfera celeilalte concluzii, deși procesul de elaborare a ei se desfășura încă destul de încet. Ideea că moleculele pot fi reprezentate ca sisteme de atomi în spațiu fusese logic formulată de eminentul chimist german Kekulé (1829—1896), căruia în 1865 îi venise ideea, în timp ce se afla pe platforma de sus a unui omnibuz londonez, că molecula benzenului C_6H_6 conține un inel format din 6 atomi de carbon :



De atunci n-a mai fost suficient să se indice numărul de atomi din molecula unei substanțe — o simplă prezentare contabilă —, ci a trebuit să se și arate printr-un fel de plan — o concepție arhitecturală — și modul în care sînt dispuși cu ajutorul unei formule de *structură*. În felul acesta, Kekulé a adus o confirmare ideii, care își croia pe atunci treptat drum, că diferitele feluri de atomi se caracterizează prin numărul de legături pe care pot să le aibă cu alți atomi. Hidrogenul are una, oxigenul două, azotul trei, iar carbonul patru asemenea legături, sau *valențe*.

Abia după 12 ani, van't Hoff (1852—1911) și Le Bel (1847—1930) și-au dat seama simultan că cele patru valențe ale carbonului nu pot fi situate într-un singur plan,

ci trebuie să fie situate în spațiu, dând astfel posibilitatea să se explice cele două configurații diferite, dextrogire și levogire, pe care Pasteur le descoperise cu 25 de ani înainte. De atunci chimia organică de structură tridimensională a devenit o ramură a geometriei aplicate și au devenit posibile analiza și sinteza unor compuși deosebit de complicați.

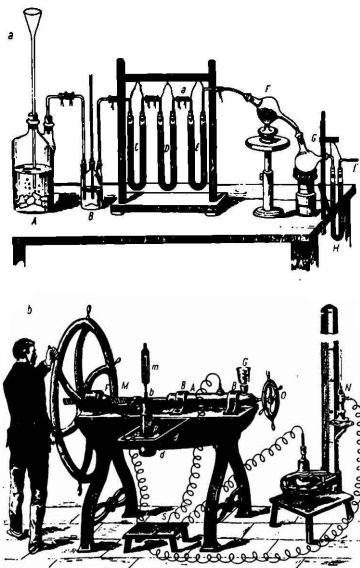


Fig. 14. CHIMIA ȘI FIZICA SECOLULUI AL XIX-LEA (a) Analiza compoziției apei prin trecerea hidrogenului peste oxid de cupru, după metoda lui Berzelius și Dulong. (b) Lichefierea oxigenului, după metoda lui Cailletet, 1877. Gazul se comprimă cu pompa cu șurub și se lichefiază în tubul răcit când presiunea încetează.

După Graham, „Elements of Chemistry” („Elemente de chimie”), 1850.

Coloranții sintetici și industria chimică germană

Totuși chiar și înainte de aceste realizări, chimia organică se consolidase pe cale practică. Căutînd să prepare un înlocuitor al chininei, Perkin (1838—1907) descoperise în 1856, aproape întîmplător, primul colorant artificial din anilină, fucsina, găsind în același timp o aplicație pentru produsele industriei gazului : gudroanele

de uilă. În Anglia însă, chimia continua să rămînă îndelnetnicirea doar a cîtorva amatori și a unui număr și mai mic de facultăți universitare, în timp ce industria chimică se mîndrea cu caracterul său „practic”. Descoperirea lui Per-

kin, rămasă neobservată în Anglia, a fost imediat preluată de promotorii noii industrii germane, care manifestau mai mult interes pentru știință, iar profiturile realizate rapid cu coloranții sintetici au fost investite în crearea unei uriașe industrii chimice germane, care și-a câștigat rapid superioritatea. Deși subordonată la început industriei textile, industria chimică a reușit, datorită capacității ei de a produce acidul azotic folosit la fabricarea noilor explozive, să asigure mijloacele necesare pentru ducerea primului și celui de-al doilea război mondial.

Chimistul, în special chimistul din ultima parte a secolului al XIX-lea, era de fapt un gen nou de om de știință, legat mult mai strâns de industrie decât fiziicianul de altădată. Tendința care a rezultat de aici, de a identifica știința cu interesele industriei, a fost unul dintre principalii factori care au dus către sfârșitul secolului al XIX-lea la o atenuare generală a controverselor științifice, îndeosebi a concepțiilor științifice prea radicale.

Din punct de vedere pur științific însă, stabilirea structurii moleculare prin metodele chimiei organice reprezintă una dintre cele mai mari realizări de ordin logic ale minții umane. Pașii hotărâtori au fost făcuți de un foarte mic număr de oameni, dar aceștia au fost urmați de numeroși chimiști, care, folosind logica transformărilor chimice, au imaginat cele mai complicate sisteme de atomi în spațiu și au preparat efectiv substanțe constituite după aceste sisteme, dovedind astfel prin sinteză ceea ce stabiliseră anticipat prin analiză. În felul acesta, chimia organică s-a dezvoltat ca o disciplină aproape independentă de fizică, cu propriile sale reguli și metode de muncă.

Chimia fizică

Aceasta nu era însă valabil pentru întregul edificiu al chimiei, în special pentru chimia anorganică, unde interesul a început să treacă treptat de la problema compoziției corpurilor spre comportarea lor în reacții, spre influența căldurii, precum și spre problemele legate de solubilitate, cristalizare și electroliză. Aceste preocupări au dat naștere unei noi ramuri a chimiei, care pînă în cele din urmă avea să devină o nouă disciplină, *chimia fizică*. Aceasta a fost prima știință hibridă, o știință ce avea să reprezinte prototipul altor „științe-punți” care în secolul al XX-lea aveau să unească toate științele într-un întreg efectiv. Valoarea chimiei fizice a început să se facă simțită o dată cu încercarea de a exploata industrial noile zăcămintele de săruri minerale, mai ales marile zăcămintele de la Stassfurt; sărurile n-ar fi putut fi descompuse în mod eco-

onomic în componenții lor fără ajutorul acestor metode. Chimia fizică a constituit totodată baza tuturor industriilor chimice noi, ca procedeul Solvay de fabricare a sodiei, care a înlocuit procedeul Leblanc, și procedeele catalitice pe care se baza fabricarea acidului sulfuric și a amoniacului. Acestea au fost procesele care aveau să reprezinte baza principală a celui mai mare concern monopolist al industriei chimice din Anglia.

Începuturile biochimiei

Noua chimie organică avea să joace și un alt rol esențial în istoria științei : ea avea să ducă la o mai deplină înțelegere a proceselor biologice. De fapt, orice înțelegere mai profundă decât aceea pe care o putea oferi microscopul era absolut imposibilă fără cunoașterea legilor de combinare chimică și a tipurilor de structură care pot fi întâlnite în sistemele biologice. Dezvoltarea chimiei organice în secolul al XIX-lea trebuia să preceadă în mod logic orice încercare de a elabora fundamentele biologiei.

Trăsăturile principale ale metabolismului animal și vegetal, legate de procesele chimice în care carbonul, hidrogenul și oxigenul joacă rolul principal — adică de procesele care permit ca organismul animal să poată fi tratat într-o anumită măsură ca un generator de căldură —, fuseseră stabilite încă în secolul al XVIII-lea. A trebuit însă să treacă încă aproape un secol pentru ca să se stabilească rolul tot atât de important al azotului în fenomenele vieții. Liebig a fost acela care a descoperit ce fel de hrană — azot, fosfați și săruri — își extrag plantele din sol. Marile *circuite* ale elementelor, cum ar fi acela al azotului, care din plante trece prin animale înapoi în sol, au fost depistate și urmărite chiar în atmosferă cu ajutorul microorganismelor care fixează azotul. Lucrul acesta era încă destul de departe de explicarea funcțiilor acestor substanțe anorganice în organism. Una este să studiezi proprietățile, în primul rând proprietățile utile pe plan industrial, ale materialelor provenite din surse care au fost cândva vii, și alta este să le urmărești în transformările pe care le suferă în cursul metabolismului. De aceea a fost nevoie de un timp atât de îndelungat pentru transformarea unei părți a chimiei organice în *biochimie*. Totuși, pe măsură ce secolul se apropia de sfârșit, în chimie interesul a început să se îndrepte de la chimia sintetică, atât de rentabilă pentru industria coloranților, către explicarea structurii intime a substanțelor organice de proveniență naturală. Aceasta se vede îndeosebi în remarcabila lucrare a lui Emil Fischer (1852—1919) despre zaharuri și despre substanțele purtătoare ale vieții : proteinele. El a reușit să arate că acestea sînt constituite din lanțuri de compuși mult

mai simpli, aminoacizii. Ca un produs secundar al chimiei coloranților, tot în acest domeniu s-au pus bazele unei noi farmacologii chimice, prin realizarea unor medicamente ca salvarsanul lui Ehrlich (1854—1915) pentru tratamentul sifilisului și ca preparatul Bayer 206 pentru combaterea bolii somnului. Acestea prevesteau realizările victorioase ale chimioterapiei din secolul următor (p. 653 și urm.).

9. 5. Biologia

În cursul secolelor XVIII—XIX, o dată cu dezvoltarea fizicii și interferînd în multe puncte cu aceasta, a reapărut, după cum vom arăta, interesul pentru explicarea științifică a problemelor ridicate de organismele vii. Rădăcinile acestui interes se găsesc în trecutul îndepărtat al antichității, în istoria naturală a lui Aristotel și în fiziologia lui Galenus. După un lung interval de timp în care interesul pentru natură a avut un caracter pur formal și etic, simbolizat în fabule și povești despre animale și plante, preocuparea pentru natură a reînviat în naturalismul pictural tot mai accentuat de la sfîrșitul evului mediu și din timpul Renașterii, influențat de minunățiile și bogățiile care erau așteptate să vină din Lumea Nouă. Anatomia și fiziologia au fost revoluționate, după cum am văzut, în secolele XVI—XVII, o nouă lume — a organismelor foarte mici — fiind dezvoltată de primii mînuitori ai microscopului (p. 329).

Dar interesul viu al pionierilor biologiei și fizicii din secolul al XVII-lea s-a îndreptat pe la sfîrșitul secolului, pe de o parte, spre curiozitățile istoriei naturale, de care se ocupau din diletantism, iar pe de altă parte spre slujirea unei medicini pedante care cuprindea studiul botanicii și al zoologiei, în primul rînd în vederea găsirii unor surse de medicamente. Această perioadă de observații nesistematizate avea să se dovedească, totuși, o etapă foarte necesară în istoria biologiei, o știință incomparabil mai bogată în amănunte decît fizica sau chiar decît chimia, deci o știință în care trebuia să se adune, să se examineze și să se sistematizeze date aproape fără număr înainte de a se putea deduce ceva din ele, o sarcină a cărei îndeplinire avea să necesite peste 200 de ani.

Principalele impulsuri care au determinat orientarea preocupărilor în domeniul biologiei și, o dată cu aceasta, a progresului biologiei în secolele XVIII—XIX au fost, în primul rînd, problemele ridicate de explorările geografice, întreprinse în bună parte în speranța de a se găsi și exploata noi produse naturale; în al doilea rînd, nevoile medicinei.

care începea să se înviioreze, punînd accentul pe fiziologie și pe anatomie; în al treilea rînd, nevoile și problemele revoluției din domeniul agriculturii, care a însoțit trecerea de la agricultura tradițională a gospodăriei naturale la o agricultură comercială, producătoare de bunuri pentru piață; în sfîrșit, nevoile unei industrii larg dezvoltate, inclusiv industria textilă, alimentară și a băuturilor, în mare măsură dependente de produsele animale și vegetale și care, prin însăși amploarea activității ei, nu se mai putea baza pe tradiție. Toate aceste interese se împleteau și interferau. Primele două impulsuri s-au manifestat de-a lungul întregii perioade examinate, deși explorările geografice își pierduseră avîntul, iar medicina dobîndise o importanță relativă. Agricultura științifică s-a practicat abia pe la sfîrșitul secolului al XVIII-lea, iar biologia industrială abia spre mijlocul secolului al XIX-lea.

În comparație cu interesul pentru fizică și chimie, unde, după cum am văzut, exista un număr limitat de probleme ridicate de însuși progresul industriei, cercetările în domeniul biologiei au fost cu totul nesistematice și se făceau aproape la întîmplare. Întrucît avea mai puține posibilități de a progresa prin aplicații practice, biologia era în mod necesar mai ușor influențabilă de curente de gîndire din afara științei, în special în cursul întregii perioade, de marile lupte dintre religie și ateism, care, sub cele mai diferite forme, au zguduit deopotrivă secolele al XVIII-lea și al XIX-lea, depășind importanta linie de demarcație trasată de revoluția franceză.

Partizanii religiei sperau să redobîndească în lumea în-suflețită justificarea conducerii divine a lumii, pe care o pierduseră în sferele cerești. Raționaliștii, dimpotrivă, nădăjduiau să izgonească spiritele din univers, demonstrînd acțiunea mecanică a materiei în fenomenele vieții și să doboare o dată pentru totdeauna miturile naive ale creației din Vechiul testament. Naturaliștii de ambele orientări cercetau cu zel natura pentru a strînge cît mai multe probe convingătoare în sprijinul a ceea ce considerau ei că trebuie să fie singura concepție justă. Prejudecățile religioase nu mai aveau puterea să împiedice cercetările științifice, însă au ținut în loc, cel puțin pînă la triumful darvinismului, concluziile teoretice cele mai evidente. Fiecare pas pe calea spre o interpretare rațională a lumii vii a trebuit să fie cucerit prin lupte. Ne consolează un singur lucru: poate că tocmai din cauză că a avut nevoie de colaborarea mai multor factori și de un timp mai îndelungat pentru a se

consolida, noua concepție a lumii vii a fost în schimb mai bine înțeleasă.

Biologia este domeniul în care, mai mult decât în fizică, dar mai puțin decât în științele sociale, oamenii au adoptat, adeseori concomitent, nerozii de domeniul banalului și al miraculosului, care se concureau. Pe de o parte, în natură totul este, în mod evident, firesc : nu este cîtuși de puțin necesar să se explice de ce crește iarba sau de ce rage leul. Este în firea lor să procedeze astfel ; așa au făcut dintotdeauna și așa vor face și de acum înainte. Dacă, dimpotrivă, pe baza mărturiei fosilelor sau în virtutea concepției tradiționale despre creație, se admite că lumea, așa cum o cunoaștem, trebuie să fi fost cîndva altfel, este mult mai ușor să se creadă că ea a apărut din nimic în mod subit sau, cel mult, că a fost creată în șapte zile decât să se încerce urmărirea dezvoltării ei pas cu pas din ceva necunoscut, dar nu cu totul diferit de ceea ce vedem astăzi în jurul nostru. Pînă în 1859, naturalistul sau geologul cel mai practic și mai rezonabil ar fi fost oricînd gata să dea crezare, fără nici o frămîntare de conștiință, unor ipoteze despre catastrofe universale în comparație cu care potopul lui Noe ar fi părut un incident neînsemnat.

În orice caz, prin însăși complexitatea biologiei, marile ei generalizări nu puteau fi stabilite decât pe baza unei explorări foarte întinse și vaste a organismelor vii, iar această operă avea să fie în primul rînd sarcina științelor naturale. În cele ce urmează vom urmări mai întîi dezvoltarea istoriei naturale și a științei înrudite cu ea, geologia, pînă la punctul ei culminant, teoria evoluției organice. Deși are o mare însemnătate pentru istoria ideilor umane, această importantă teorie s-a bazat numai pe asemănarea exterioară, pe anatomia generală a organismelor vii și a fosilelor și a avut puține consecințe practice. Cealaltă abordare, prin studiul structurii interne a organismelor mari și mici, care a început cu folosirea microscopului și a fost continuată cu metodele chimiei, a fost mult mai minuțioasă. Spre sfîrșitul secolului al XIX-lea, a început să se întrevadă posibilitatea utilizării rezultatelor obținute din aceste cercetări în mod practic, la vindecarea bolilor și la nutriția plantelor agricole.

Istoria naturală și clasificarea : Linné

Secolul al XVIII-lea a fost secolul marilor călători, al colecționarilor și clasificatorilor. Ideea clasificării s-a născut din nevoia practică de a sistematiza plantele în grădinile botanice și colecțiile din cabinetele de studiu și, poate în-

tr-o măsură mult mai mare, din nevoia de a întocmi și de a publica cataloage. Firește că fiecare colecționar și fiecare autor de cataloage își avea propriile sale idei despre modul de sistematizare a materialului de care dispunea, rezultatul fiind un amalgam de confuzii în ce privește numele și sistemele.

Abia către mijlocul secolului al XVIII-lea, un tânăr suedez, energic și metodic, Carl Linnaeus (1707—1778), care ulterior a primit titlul de nobil și și-a schimbat numele în von Linné, fiul unui preot sărac, el însuși aproape autodidact, și-a asumat sarcina, la început fără nici un ajutor, de a clasifica toate animalele, mineralele și în special plantele din lumea întreagă. În botanică, unde și-a adus contribuția cea mai importantă, el a avut geniala idee de a folosi marea descoperire a lui Camerarius (1665—1721), care a stabilit că florile sînt organele de reproducere ale plantelor, drept criteriu pentru clasificarea lor. Bazîndu-se pe numărul staminelor și al pistilelor, pînă atunci neluate în seamă, Linné a împărțit plantele în clase și familii. Pentru diviziunile mai amănunțite — genuri și specii — el a introdus nomenclatura binară, ca de pildă, *Primula farinosa* dispunînd de un număr suficient de cuvinte pentru ca fiecare ființă vie să poată fi deosebită de celelalte.

Venise într-adevăr timpul să se ajungă la o astfel de organizare a cunoașterii, fie ea și cu totul arbitrară. De altfel, la început ea a fost doar ceva mai mult decît atît. Linné a călătorit foarte mult, a făcut colecții bogate și a înființat la Upsala o grădină botanică bine sistematizată. În scurt timp el a atras în jurul său un grup de discipoli devotați, care făceau călătorii în întreaga lume pentru a-i completa clasificarea, și a găsit pretutindeni admiratori și imitatori. În 1788 a fost întemeiată Societatea „Linné” din Londra. Datorită faptului că sistemul său era simplu și că era pe deplin stăpîn pe material, Linné și-a impus clasificarea în întreaga lume științifică. Cu modificările introduse ulterior, ea a rămas în vigoare pînă în ziua de azi în botanică și în zoologie. Pe de altă parte, clasificarea mineralelor propusă de el, fiind bazată, cum era inevitabil pe atunci, pe principii neștiințifice, a fost curînd părăsită, cedînd locul unui sistem mai rațional, bazat pe noțiuni de chimie și de cristalografie.

Spre un sistem natural : Buffon

Înarmați cu acest sistem, naturaliștii, în orice parte a lumii s-ar fi aflat, puteau să colaboreze știind că, dacă foloseau denumirea corectă, vorbeau despre același organism.

În felul acesta au fost în măsură să contribuie la alcătuirea unui catalog comun al ființelor organice, operă care continuă pînă în ziua de azi. La început, sistemul lui Linné era prea rigid. Fără a se comite o abatere esențială de la ideea lui fundamentală, a fost posibil totuși, să fie modificat treptat, astfel încît a devenit în tot mai mare măsură un sistem natural. Speciile care prezentau mai multe asemănări între ele decît în raport cu alte specii au fost plasate împreună în cadrul aceluiași gen, iar grupurile mai mari — genurile și familiile — erau despărțite între ele prin deosebiri mai importante.

Opera sistematicienilor a avut o valoare practică imediată și trainică. Din punct de vedere științific însă, introducerea clasificării a avut consecințe mult mai importante. De acum înainte nu mai era posibil ca cineva să examineze clasificarea naturală a vietăților fără să i se impună înruderirile dintre ele, care, de fapt, erau subînțelese în chiar termenii folosiți: genuri, specii și familii. Unul dintre primii care și-au dat seama de acest lucru a fost Georges Louis de Buffon (1707—1788). Înzestrat cu o minte scilipitoare și o fire sociabilă, el a contribuit mai mult decît oricare altul la popularizarea istoriei naturale, atît la curtea Franței, cît și în rîndurile burgheziei în ascensiune, căreia îi aparținea (titlul de noblețe l-a primit mai târziu de la regele Ludovic al XV-lea). În 1739 a fost numit custode al grădinii regale, Jardin du Roi, azi Jardin des Plantes, și a transformat-o într-un mare institut de cercetări pentru acele timpuri — în cadrul căruia numeroși biologi și chimiști francezi și-au dobîndit pregătirea și au găsit inspirația pentru noi idei (p. 379). Spre deosebire de Linné, care nu cunoștea nici o altă știință în afară de istoria naturală, Buffon a fost la început fizician. El a introdus în biologie ideile raționale ale concepției newtoniene. El n-a fost însă, poate din același motiv, un observator la fel de stăruitor sau clasificator la fel de zelos ca Linné. Buffon a introdus moda prezentării literare a lucrărilor de știință, iar ideile sale îndrăznețe despre originea lumii, a plantelor, a animalelor și chiar a omului l-au făcut să fie îndrăgit de *filozofi* și de făuritorii revoluției franceze.

În monumentală sa lucrare „Sistemul naturii“, Buffon afirma că înrudirea aflată la baza clasificării animalelor și a plantelor este reală. În această privință, el a fost sprijinit de Erasmus Darwin (1731—1802), despre care am amintit că a fost membru de frunte al „Societății lunare“. Acesta era un renumit medic din Lichfield, poet, popularizator al științei și teoretician îndrăzneț și talentat al biologiei. Lu-

crarea sa „Zoonomia“ a fost o încercare de a urmări originea vieții pînă la un firicel inițial, care a produs marea varietate a formelor vii observate, concepută ca o consecință a diferitelor reacții ale acestui firicel față de diversele influențe exterioare. Întrucît Darwin n-avea cum să cunoască nici structura intimă a materiei vii, nici mecanismul reacțiilor ei, ideile sale au avut în mod necesar un caracter speculativ și efectul lor a fost mai degrabă acela de a sprijini școala germană romantică a *filozofiei naturii* (p. 472) decît de a duce la noi observații și experiențe. Totuși, lucrurile la care el deabia îndrăznea să se gîndească au constituit obiectul reflexiunii altora, după el pe baze mai consolidate.

Dacă n-ar fi existat reacția pietistă împotriva revoluției franceze, ideea originii comune a tuturor speciilor ar fi fost în mod liber acceptată încă de la începutul secolului al XIX-lea. În acea perioadă de reacție, însă aproape în mai mare măsură decît chiar în secolul al XVII-lea sau pe timpul contrareforme, se cerea să se respecte cuvînt cu cuvînt textele legendelor biblice cu privire la creația speciilor, animale și plante, fiecare în zilele stabilite de cartea Genezei, astfel că cei mai mulți dintre naturaliști au preferat ca timp de peste 50 de ani să se uite cu ochii închiși la microscopul lor, refuzînd să reflecteze asupra sensului sistemului natural.

Primii evoluționiști : Lamarck

Cu toate acestea, unii dintre ei au continuat să se gîndească, iar cel mai original dintre toți, Lamarck (1744—1829), botanist la Jardin du Roi, a formulat cu curaj în 1809¹⁻¹⁴ teoria conform căreia speciile de plante existente astăzi se trag din cele anterioare, printr-o adaptare determinată de tendința lor de a se potrivi mai bine mediului înconjurător. Girafa, văzînd frunzele ce cresc pe copaci înalți, și-a tot întins gîtul ca să ajungă la ele, și această lungire s-a transmis urmașilor. Ideea părea ticluită și nu s-a bucurat de prea mult sprijin, însă între timp s-au acumulat date care confirmau această ipoteză, și nu numai date obținute din studiul organismelor vii, ci într-o măsură și mai mare din studiul fosilelor.

Geologia speculativă și creația lumii

Studiul geologiei a intrat tîrziu în categoria științelor. Geologia era prin excelență o știință de teren. Colecționarul, în cabinetul său de lucru, nu putea face prea mare

lucru ; cel mult să se minuneze de produsele ciudate ale Pământului. Minerul, pe de altă parte, era atât de preocupat de minereu și de indiciile care-i semnalau prezența în alte roci, încât, de obicei, n-avea nici dispoziție, nici suficiente cunoștințe pentru a formula vreo teorie generală cu privire la structura și la istoria Pământului. Totuși, o dată cu creșterea interesului general față de natură în secolul al XVIII-lea, un număr tot mai mare de oameni încep să studieze Pământul și fosilele. De fapt, încă mai demult, ideea că scoicile găsite în munți confirmă ipoteza că în acele locuri existaseră mări duse la speculații în sensul că viața datează din timpuri străvechi, deși în trecut întreaga chestiune putea fi lesne abandonată, explicându-se totul prin potopul lui Noe. În urma călătoriilor și a povestirilor uimitoare despre vulcani și cutremure de pământ din alte țări, a început să-și croiască drum o altă concepție, și anume că lumea a fost supusă unor neîncetate cataclisme în cursul cărora scoarța Pământului s-a crăpat din cauza unui foc lăuntric. Controversele dintre neptuniști (cei care credeau în potop) și plutoniști (cei care credeau în cutremurele de pământ) au rămas discuții sterile în tot cursul ultimei perioade a secolului al XVIII-lea.

Hutton și bunul-simț

Prima ruptură radicală cu geologia speculativă s-a datorat lui Hutton, un medic din Edinburgh, bun prieten al lui Black și unul dintre reprezentanții marii pleiade de oameni de știință și străluciți filozofi care au făcut din orașul lor o Atenă a Nordului (p. 374). În lucrarea sa „Teoria pământului” (1795), Hutton a formulat concepția, revoluționară prin bunul ei simț, că fenomenele geologice sînt efecte ale unor forțe care acționează și astăzi în jurul nostru. Din călătoriile sale prin țară, din experiența sa de fermier, el a ajuns la concluzia că văile au fost tăiate de râuri, iar cîmpiile s-au format prin depunerea aluviunilor pe care le-au adus râurile și care apoi s-au întărit, formînd rocile. El a înțeles, de asemenea, că rocile masive nestratificate de la Arthur's Seat n-au putut fi depuse de apă, așa cum susținea ultraneptunistul Werner (1749—1817), ci trebuie să se fi format din lava solidificată a unui vechi vulcan. Aceste concepții erau prea raționale pentru a supraviețui reacțiunii împotriva revoluției franceze. Această reacțiune adusesese cu ea o școală de geologi, aparținînd adeseori unor ordine călugărești, care căutau pretutindeni urme ale creației.^{5.35} Totuși ei n-au reușit niciodată să dezrădăcineze ideile lui Hutton.

Pe teren, succesul geologiei s-a datorat mai curînd săpării de canale decît cunoștințelor meșteșugărești limitate, în bună parte de valoare locală, ale minerilor. William Smith (1769—1839), topograf practician și constructor de canale, și-a dat seama în cursul lucrărilor sale că peste tot în sudul Angliei păturile sau straturile de pămînt sînt așezate unul peste altul într-o succesiune invariabilă și și-a dedicat cea mai mare parte a vieții reprezentării pozițiilor acestora pe primele hărți geologice.

„Principiile” lui Lyell

Teoriile catastrofelor, cu ajutorul cărora se încerca să se explice în ce mod au ajuns să se depună aceste straturi, se dovedeau a fi din ce în ce mai greu de susținut și s-a renunțat tacit la ele cînd Lyell, în lucrarea sa „Principiile geologiei”,^{5,49} a reactualizat ipotezele lui Hutton cu privire la acțiunea forțelor naturale și a emis teoria sa *actualistă*, bazată pe observații mult mai bogate. Or, dacă fiecare strat reprezintă un sediment dintr-o epocă anumită, diferitele fosile pe care le conține trebuie să fie rămășițe ale unor animale care trăiau în acea epocă, astfel că aceste fosile corespund unor forme de viață cu totul diferite și vădesc chiar o evoluție la forme superioare. Reptilele, de exemplu, n-au apărut înainte de straturile mezozoice, iar mamiferele înainte de straturile cainozoice. Acceptînd ca o necesitate logică invariabilitatea speciilor, Lyell nu putea decît să conchidă că în fiecare eră geologică se crea o întregă faună nouă, care, la rîndul ei, ajungea în cele din urmă să se stingă. Evident că toate acestea trebuie să se fi petrecut într-un interval de timp extrem de lung, astfel încît devenea tot mai greu să se dea crezare legendei biblice despre creație, chiar lăsînd la o parte miracolele ei. Cu toate acestea, în atmosfera de reacțiune de la începutul secolului al XIX-lea, contestarea ei era o mare îndrăzneală.

Charles Darwin și evoluția organică

De fapt, ruperea definitivă a vrăjii vechilor religii n-a fost cu puțină atîta timp cît nu s-au acumulat dovezi cu totul covîrșitoare care să le infirme, cît timp n-a existat un mecanism verosimil care să explice modul în care diferitele specii de animale s-au putut trage unele din altele. Găsirea acestui mecanism sub forma selecției naturale avea să fie opera lui Charles Darwin, nepotul lui Erasmus Darwin. Modul său de viață era tipic pentru capitalismul de la mijlocul epocii victoriene. Era

un om căruia situația materială independentă i-a permis, după o călătorie de studii în jurul lumii pe vasul „Beagle”,^{5.23} să se instaleze liniștit în cabinetul său de lucru și în grădina sa de la Downe House, unde a urmărit în amănunțime și cu atenție fenomenele naturii însuflețite legate de problema originii speciilor.

Darwin fusese impresionat în chip deosebit de problema speciilor în cursul studiului pe care-l întreprinsese asupra repartizării speciilor rare pe insule izolate, ca insulele Galapagos. Era foarte ispășitor să-ți imaginezi că astfel de specii proveneau din strămoși de pe continent și că într-un fel oarecare ajunseră să se deosebească de ei, dar cum și de ce? Nu cumva aceasta avusese vreo legătură cu condițiile lor de viață care favorizaseră unele trăsături mai mult decât altele? El a început să se gândească dacă nu cumva condițiile de concurență din viața economică a societății umane se aplică și la lumea animală. De fapt, el avea la îndemână o teorie gata elaborată, al cărei autor urmărea să justifice cu ajutorul ei exploatarea capitalistă. Viața după teoriile preotului Malthus (p. 744), este o luptă în care supraviețuiește cel mai capabil, iar bogăția și poziția socială sînt răsplata superiorității în această luptă. Bolile și războiul sînt mijloace de reglementare a creșterii populației pînă la o anumită limită pe care ar putea s-o fixeze cantitățile disponibile de alimente. Dacă lucrurile s-ar petrece la fel și în societățile animale, gîndea Darwin, animalele care s-ar fi modificat măcar puțin în sensul adaptării la mediul lor înconjurător ar fi transmis acest avantaj urmașilor lor și astfel ar fi evoluat treptat speciile cunoscute nouă în prezent. Anii de foamete din deceniul al cincilea al secolului al XIX-lea au constituit o perioadă foarte potrivită pentru a observa acest fenomen.

Selecția naturală

Darwin era însă un om cît se poate de prudent, astfel că n-a făcut cunoscută teoria lui. Timp de aproape 20 de ani el a strîns date pentru a o demonstra. Dovezile și le extrăgea din toate domeniile istoriei naturale: din mărturiile rocilor, care vădeau dezvoltarea treptată a formelor în erele precedente, din repartizarea animalelor și a plantelor pe tot cuprinsul globului și, în sfîrșit, din studiul marilor experiențe avînd ca obiect încrucișările între animale, care se efectuau în secolul al XIX-lea pentru a îmbunătăți rasele de vite și a obține rase noi de cîini și de porumbei; aceste experiențe i-au oferit exemple de transformări tot atît de stranii ca toate celelalte care s-au produs în cursul evoluției naturale. Totuși, poate că nu și-ar fi publicat nici măcar atunci teoria dacă un alt călător, mult mai tînăr,

Alfred Russel Wallace (1823—1913), n-ar fi ajuns în mod independent la ideea evoluției speciilor, studiind repartizarea geografică a animalelor în Indiile Răsăritene.

„Originea speciilor” și controversa în jurul evoluției

Furtuna care s-a declanșat după publicarea lucrării „Originea speciilor” a arătat cât de îndreptățită fusese prudența modestului Darwin de a nu da publicității concepțiile sale. Chiar și în perioada relativ progresistă care a urmat după 1860, ele aveau să provoace îndelungate și înverșunate dispute. Obiectul acestor dispute erau chestiuni de natură mai curînd teologică sau politică decît pur științifică (p. 487). În știința biologică ele au avut însă un uriaș efect eliberator, deoarece ofereau un principiu de unificare pentru întreaga lume vie.

Cu toate acestea, efectul darvinismului asupra științei n-a fost în toate privințele pozitiv. Fără îndoială că a trezit un mare interes pentru biologie și a atras numeroși oameni la studierea acestei științe. În același timp însă accentul pe care teoria lui Darwin îl puna pe simpla urmărire a înrudirilor dintre organisme, înrudiri legate de evoluția lor, și pe alcătuirea de arbori genealogici amănunțiți a abătut atenția naturaliștilor de la studiul faptic al vieții și al mecanismelor interne ale animalelor și plantelor. Acest lucru nimeni nu i l-ar putea reproșa lui Darwin însuși, care a fost — așa cum arată cercetările sale amănunțite asupra unor subiecte atît de variate ca rîmele, plantele carnivore și expresia emoțiilor — unul dintre pionierii biologiei experimentale. ^{5.20-22}

Filozofia naturii

Am urmărit desfășurarea controverselor asupra speciilor pînă la sfîrșitul secolului al XIX-lea. Acum trebuie să ne întoarcem la începutul secolului, pentru a relua un alt fir conducător în cunoașterea ființelor vii, și anume acela care urmează calea studierii structurilor lor. Și în această privință o bună parte din impulsul inițial a fost dat de istoria naturală și în mai mare măsură de anatomie și fiziologie, datorită strînei lor legături cu medicina.

Tendința mistică în știință — concepția neoplatoniciană, lulliană și paracelsiană — s-a manifestat în mod deosebit de pregnant în biologie, găsindu-și ultima expresie mai importantă în *filozofia naturii* (*naturfilozofia*) germană de la începutul secolului al XIX-lea. Sub influența unor filozofi ca

Herder și Schelling și a unor poeți ca Goethe, a început căutarea cu înfrigurare a ideii absolute sau a planului divin al naturii, care ar fi fost legat, nu se știe cum, de regenerarea poporului german și de distrugerea odiosului materialism materialistic francez.¹⁻¹⁴ Totuși, a căuta prototipuri însemna a înțelege un studiu comparativ al structurii sau *morfologiei* (termenul îi aparține lui Goethe) animalelor și plantelor, care avea să continue multă vreme după spulberarea ideilor care-i dăduseră naștere. Lorenz Oken, despre care s-a mai vorbit înainte ca reîntemeietor al științei germane, a fost unul dintre cei mai distinși reprezentanți ai acestei școli și lui i se datorește stabilirea trăsăturilor comune ale structurii principalelor grupuri, tipuri de organisme, atât a celor în viață, cât și a celor dispărute (p. 393).

Microscopul : țesuturi și celule

În afară de această concepție naturalistă, mai exista și alta provenind de la medicină. Cu toate că în practica medicală mai continua să domine amalgamul de medicină clasică a lui Galenus cu teoriile sale comentate de arabi, vechile teorii ale medicinei bazate pe umori n-au mai putut rezista progresului chimiei și biologiei. Totuși, nici măcar la începutul secolului al XIX-lea nu exista ceva eficient care să înlocuiască medicina. Urmarea a fost o epocă de speculații absurde și de născocire a tot felul de sisteme, epocă în care șarlatani inspirați ca Mesmer; cu magnetismul său animal, și anatomici încrezuți ca Gall, cu frenologia sa, au ajuns să aibă un mare număr de adepți.

În același timp, redeșteptarea interesului pentru anatomie și fiziologie avea să ducă la cele mai importante progrese de după Renaștere în ce privește înțelegerea funcțiilor unui organism sănătos sau bolnav. Bichat (1771—1802), în scurta sa viață, a reîntemeiat *patologia* și, printr-un studiu aprofundat al structurii diferitelor organe, a deosebit țesuturile — nervos, arterial, venos, muscular, fibros, glandular și epidermic — care erau comune multora dintre ele. Acestui studiu i-au urmat altele, cărora noile microscopice acromatice ale lui Amici (1827) le-au dat posibilitatea să pătrundă mult mai adânc în structura fină a țesuturilor decât putuseră s-o facă pionierii secolului al XVII-lea. Aceste studii au format *histologia*; ea a dezvăluit faptul că țesuturile, la rândul lor, sînt formate din celule, celulele ficatului fiind pătrate, celulele mușchilor lungi, iar cele ale nervilor, mult alungite.

Teoria celulară

După cum au arătat în 1839 Schleiden (1804—1881) și Schwann (1810—1882), întregul organism poate fi privit ca o colonie de *celule* și, mai mult decât atât, toate celulele s-au format dintr-o singură celulă sau, mai curînd, din două: celula ovulului și celula spermatozoidului. Dezvoltarea organismului din celula fecundată a ovulului a fost urmărită efectiv de von Baer (1792—1876) cam în același timp. Noua știință a *embriologiei*, pe care de fapt el a întemeiat-o, a pus și ea în lumină înrudirea dintre diferitele animale aparținînd aceluiași grup mare (phylum), ca, de pildă, vertebratele. Teoria celulară a permis să se înțeleagă cum crește individul, tot așa cum selecția naturală avea să explice dezvoltarea speciilor; amîndouă păreau să urmeze cîte o pistă paralelă a evoluției. Folosirea microscopului în toate domeniile biologiei a început să dezvăluie complexități nebănuite, însă în primele faze toate acestea au avut prea puțină influență asupra practicii. Abia cînd s-a ajuns la studierea celor mai simple specii de animale și plante, ciupercile de mucegai,^{4,47} precum și bacteriile și protozoarele monocelulare mult mai simple, s-a putut înțelege oarecum în ce constă viața și funcțiile celulelor și, o dată cu aceasta, s-a obținut posibilitatea de a controla organismele vii.

Fermentarea

Așa cum se întîmplă adeseori în istoria științei, această realizare avea să vină din afara biologiei, din studierea dăunătorilor culturilor agricole și din chimia industrială. Încă înainte de a se ivi zorile civilizației, omul era familiarizat cu procese îndeobște cunoscute sub numele de fermentare, cînd rezultatul era plăcut, sau putrefacție, cînd acesta era neplăcut. Printr-o practică atentă și respectînd riguros regulile respective, el a reușit chiar să-și asigure un control precis asupra unui număr limitat de procese, ca fermentarea berii, dospirea brînzei sau tăbăcirea pieilor, și chiar să le reproducă. Dar, ca în cazul oricăror procese realizate pe cale tehnică, modificarea lor prezenta dificultăți și pericole extrem de mari, iar uriașa creștere a cererii pe care au determinat-o noile pături ale populației la începutul secolului al XIX-lea a dus nu numai la mărirea consumului, dar și la numeroase deficiențe.

Pasteur și bacteriologia

În 1855, în Lille, oraș industrial în plină dezvoltare, tînărul profesor de chimie Pasteur a intrat pentru prima oară în contact cu acțiunea fermentilor vii. Berea și oțetul, de obi-

cei bune, se stricau uneori în mod inexplicabil, iar Pasteur, negăsind nici o explicație de ordin chimic, le-a examinat la microscop. El a constatat, în cazul fermentației normale, prezența micilor celule rotunde ale drojdiei, studiate mai de mult, în 1839, de Cagniard de la Tour (1777—1859), iar în cazul fermentației anormale — prezența unor organisme diferite de acestea, pe care le-a denumit vibrioni, pentru că le vedea vibrând neîncetat în câmpul vizual al microscopului.

După cum am văzut însă (p. 458) Pasteur se ocupase și mai înainte de acțiunea chimică a ființelor vii care produc molecule asimetrice. Experiențele întreprinse cu mucegaiuri îl convinseseră că și procesele fermentării trebuie să se datoreze unor organisme vii, iar nu unor reacții chimice neutre. În calitate sa de chimist el a studiat nu numai înfățișarea microorganismelor, ci și acțiunea lor chimică. El a cercetat dacă microorganismele puteau să trăiască în aer sau fără aer și, ca urmare, a reușit să găsească metode ingenioase și practice, printre care și procedeul cunoscut astăzi sub denumirea de pasteurizare, pentru a împiedica aceste microorganisme să dăuneze bunului mers al producției berii sau oțetului.

Tocmai constatarea prezenței organismelor vii în procesul de fermentație l-a determinat pe Pasteur să nege cu atâta fermitate posibilitatea generației spontanee a vieții, care a dus la faimoasa sa controversă cu Pouchet (1800—1872). Cu acest prilej, el a arătat că, eliminându-se din aer *microbii* invizibili, substanțele animale și vegetale puteau fi păstrate la infinit fără să putrezească. El a convins astfel lumea științifică de realitatea faptelor pe care șeful bucătar, Appert, ^{5.12} le folosisese încă în 1810, aplicând metoda sa de conservare a alimentelor prin fierbere și păstrare în vase de sticlă ermetic închise, care avea să devină mai târziu baza marilor industrii a conserveilor. S-a ridicat însă obiecția că borcanele lui Appert nu conțineau oxigen, care era considerat cauza putrefacției. Pasteur a trebuit să dovedească faptul că filtrarea aerului prin vată este la fel de eficace în prevenirea putrefacției.

Preocuparea lui Pasteur pentru latura organică a fermentației l-a dus la un conflict cu concepția lui von Liebig, potrivit căreia fermentația s-ar datori unui ferment chimic specific, însă succesul său l-a pus pe von Liebig în umbră. Abia în 1897 E. Buchner (1860—1917) a izolat aproape întâmplător un astfel de ferment din drojdie pisată inaugurând studiul *enzimelor*. În felul acesta s-a dovedit pînă la urmă că și von Liebig, și Pasteur aveau dreptate. Fermentația este produsă de un ferment, însă acest ferment nu poate fi elaborat decît de un organism viu (p. 627). ^{5.3}

În 1865 i s-a încredințat lui Pasteur o sarcină mai grea. Noile ramuri industriale ale Franței depindeau în foarte mare măsură de aprovizionarea cu mătase, dar importul acesteia era amenințat de sistare din cauza unei boli misterioase a viermelui de mătase. I s-a dat lui Pasteur sarcina de a se ocupa de această problemă. În vremea aceea Pasteur era atât de departe de a fi un naturalist, încît nu știa nici măcar ce este un vierme de mătase sau că o omidă urîță se transformă mai târziu într-un fluture frumos. Cu toate acestea, după o vară de cercetări intense, el a descoperit că boala viermelui de mătase se datora unui fel de organism care, de fapt, trăia și se dezvoltă în interiorul omizii. Aceasta i-a dat posibilitatea să găsească și mijlocul de lichidare a bolii.

De atunci el a început să fie din ce în ce mai convins că bolile organismelor mai mari, ale oamenilor și animalelor, se datoresc unor cauze similare, adică microorganismelor patogene. Aceasta nu era o idee nouă. De fapt era tot atât de veche ca boala însăși, fiind izvorîtă din existența fenomenului contaminării și a epidemiilor. Într-adevăr, cu mult înainte, Jenner făcuse primul pas practic, oficial, de a preveni variola prin *vaccinare*, ceea ce presupunea introducerea unui *virus* activ al bolii într-o formă mai ușoară, spre deosebire de *inocularea* drastică, chiar cu variolă, practică de secole. Însă acești *microbi* ai bolii nu putuseră fi identificați niciodată, iar medicina profesională, în ale cărei teorii aristotelice sau chiar hipocratice microbii nu se încadrau în nici un fel, refuza să le admită existența. Totuși, ei fuseseră văzuți cu ani înainte de Leeuwenhoek, cu ajutorul microscopelor sale simple, dar excelente. Dar el n-a stabilit vreo legătură evidentă între vietățile minuscule pe care le văzuse și bolile de care sufereau oamenii și animalele.

După ce timp de 200 de ani s-au acumulat date de ambele părți, descoperirea rolului bacteriilor era iminentă. Ca în toate cazurile similare, Pasteur n-a fost nici primul, nici singurul care a făcut-o. Koch (1843—1910), un tînăr medic de țară german, reluînd cercetările lui Davaine (1812—1882), a studiat înmulțirea bacililor antraxului și a introdus metoda culturilor pe gelatină (lucru care a făcut posibilă obținerea de tipuri pure). Mai târziu el a folosit această metodă pentru izolarea agenților tuberculozei și holerei. Lister (1827—1912), în Scoția, a elaborat metodele practice ale antisepsiei, care a început să reducă groaznica mortalitate din spitale. Totuși, Pasteur a fost principalul stegar în lupta împotriva microbilor.

Pasteur împotriva medicilor

Mai mult datorită devotamentului său pentru binele omenirii și extraordinarei forțe de caracter decât argumentării științifice reci, Pasteur a reușit să înfrângă împotrivirea față de noua sa concepție asupra bolilor, împotrivire care era extrem de înverșunată, cuprinzând aproape întreaga lume medicală. Pasteur a avut nevoie de întregul său prestigiu binemeritat de chimist, de toată reputația pe care și-o dobândise în calitate de consilier industrial și de savant care a învins boala viermelui de mătase pentru a putea convinge administrațiile diferitelor spitale să adopte măsurile de asepsie, considerate astăzi drept cele mai elementare măsuri de precauție. Dar de îndată ce a făcut cunoscute rezultatele obținute prin imunizare, mai întâi în cazul dalacului la vite, iar în cele din urmă și în modul cel mai eficient, în cazul turbării la oameni, entuziasmul popular i-a silit chiar și pe medici să-i accepte ideile.

Întemeierea medicinei științifice

Revoluția stîrnită de Pasteur a reprezentat efectiv întemeierea medicinei moderne. În secolele precedente se înregistraseră multe succese în studiul organismului și al comportării lui în condiții de sănătate sau de boală, însă aceasta era numai pe jumătate știință, deoarece putea să prevadă și să atenueze simptomele, dar era lipsită de posibilitatea de a-și demonstra în mod convingător puterea asupra bolilor prin prevenirea lor eficientă sau prin însănătoșirea bolnavului. Puținele mijloace profilactice, cum ar fi carantina și vaccinarea, sau mijloace de tratament, ca mercurul împotriva sifilisului sau chinina împotriva malariei, au reprezentat utilizări inteligente ale unor descoperiri întâmplătoare sau ale unor tradiții vechi. Însă, dat fiind că aceste metode nu se bazau pe vreo teorie științifică, ele n-au putut fi generalizate și folosite pentru a vindeca alte boli. Fără teoria microbiană era cu neputință să se înțeleagă ceea ce se întâmplă în cazul bolilor infecțioase acute, iar medicii erau nevoiți să le lase a-și urma cursul, ajutînd chiar, fără să-și dea seama, la răspîndirea lor.

Controlul asupra epidemiilor : bacteriologia

De îndată ce teoria microbiană și tehnica de combatere a lor au fost bine înțelese, zeci de oameni devotați au putut să studieze o boală infecțioasă la fața locului, să depisteze microbul care a provocat-o și adeseori, deși nu totdeauna, să găsească un ser pentru imunizare sau vindecare, sau cel puțin

să indice măsurile de precauție necesare pentru stăvilirea epidemiilor. Datorită unor măsuri sanitare mai bune, epidemiile răspândite prin intermediul apei, ca febra tifoidă, au început să dispară din Europa, iar difteria ucigătoare de copii să descrească. La rîndul lor, marile calamități provocate de holeră, ciumă și malarie au fost și ele prevenite, cu excepția locurilor unde mizeria făcea imposibilă aplicarea noilor măsuri.

Însuși succesul repurtat de teoria microbiană a bolilor, indicarea mijlocului prin care pot fi controlate cea mai mare parte a bolilor acute care au decimat omenirea, lovind mai ales în copii și în tineret, i-a orbit pentru un timp pe oameni și într-o măsură mai mică chiar pe medici, împiedicîndu-i să vadă că nu fusese respinsă decît avangarda bolilor și că, tratînd bolile provocate doar de cauze externe, erau trecute cu vederea reacțiile corpului. Mai rămîneau încă de învins rahitismul, care schilodea oamenii, și boli ucigătoare ca diabetul, bolile cordului și cancerul, care aveau să pună la încercare eforturile oamenilor de știință din secolul următor. Cu toate acestea, prin *bacteriologie*, știința a pătruns o dată pentru totdeauna în domeniul practicii medicale și aceasta avea să devină în scurt timp o parte integrantă a tradiției medicale.

Opera lui Pasteur și a discipolilor săi, precum și a altor școli de bacteriologie, a însemnat pentru știință mult mai mult decît rezultatele ei medicale imediate, oricît de importante au fost ele în istoria civilizației. Încă în primele sale lucrări, Pasteur demonstrase că nici cele mai simple creaturi nu iau naștere *de novo*, că nu există nici o creație a vieții pe acest Pămînt. Că aceste organisme microscopice erau vii părea să fie un lucru indiscutabil, judecînd după mișcările lor și după faptul că se reproduceau. Viața lor trebuia să fie însă cu totul diferită de aceea a organismelor superioare. Era o viață în esență mai mult chimică decît mecanică, depinzînd mai degrabă de o structură a moleculelor decît de o structură a oaselor. Astfel Pasteur a fost unul dintre marii precursori ai revoluției biochimice din secolul al XX-lea.

Claude Bernard și chimia fiziologică

Un alt precursor al acestei revoluții a fost tot un francez, Claude Bernard (1813—1878), care a studiat fiziologia oamenilor și a animalelor vii și a descoperit că funcțiile interne importante ale corpului sînt îndeplinite prin realizarea unui echilibru complex între reacțiile chimice, dintre care el a reușit să elucideze o mare parte. Menținerea acestui echilibru este o condiție necesară pentru viața însăși. Cu cît organismul este mai complex, cu atît mai mult tinde să-și păstreze condițiile

interne constante și independente de mediul extern. În felul acesta este capabil să reacționeze chiar în cazurile când organismele mai simple devin imobile, fiind înghețate sau distruse prin fierbere *.

Neurologia

Studiul mecanismului sistemului nervos, un aspect al fiziologiei care rămăsese neabordat de la experiențele lui Galenus cu aproape 2 000 de ani în urmă (p. 160), a reînceput și el în secolul al XIX-lea. Funcția nervilor, atât în ce privește transmiterea de mesaje mușchilor, cât și primirea de mesaje din partea organelor de simț, a fost, în sfârșit, înțeleasă, datorită activității lui Bell (1774—1842) și Magendie (1785—1855),^{6.77} iar conexiunile lor au fost urmărite în vasta complexitate a sistemului nervos. Aceasta a aruncat pentru prima oară lumină asupra funcției de control a celei mai complexe rețele nervoase: creierul. Chiar și în secolul al XIX-lea, biologii materialişti își exprimau îndoiala asupra naturii absolute a fenomenelor pur psihice. Fiziologia începea să dezvăluie cu cât sînt mai complexe corpurile, chiar și ale celor mai simple animale, decît orice își putuseră închipui vreodată filozofii.

Agricultura științifică

Dîntre cele patru surse ale cunoștințelor biologice din secolele XVIII—XIX despre care am vorbit înainte — istoria naturală, medicina, agricultura și industria —, contribuțiile celor două din urmă au fost în mod necesar menționate cu prilejul examinării primelor două surse. Ideile lui Darwin au fost mult influențate de succesele practice ale crescătorului de vite și ale horticultorului. Cei dintîi bacteriologi au obținut primele lor succese combătînd bolile animalelor, și însuși Pasteur a ajuns la bacteriologie prin studiul proceselor industriale ale vinificației, fermentării berii și fabricării mătăsii. Mai rămîne însă un curent independent al gîndirii științifice, care își are obîrșia în problemele principale ale agriculturii: cum cresc plantele în sol și din ce este constituită hrana oamenilor și animalelor?

De la începutul secolului al XVIII-lea, pretutindeni unde pătrunsese economia capitalistă, problemele agricole s-au impus pe primul plan. Obiceiurile din bătrîni nu mai serveau la nimic cînd se punea problema obținerii unei cît mai bune productivități a solului: fermieri individuali, preocupați de îmbunătățirea metodelor agrotehnice, se asociau cu moșieri in-

teresați de progres în societăți pentru promovarea agriculturii^{5.4} și, dată fiind atmosfera epocii, era firesc ca știința să participe la sarcina descoperirii principiilor de bază ale agriculturii. Această sarcină s-a dovedit însă deosebit de dificilă.

Abia către mijlocul secolului al XIX-lea și după multe încercări neizbutite s-a putut depăși experiența nemijlocită a practicilor agricole. Era vorba de experimentarea diferitelor variante ale metodelor existente, observându-se care dintre ele dădeau recoltele cele mai bogate ; după lămurirea acestei probleme urmau să fie aplicate cele care promiteau cele mai mari succese. Inovații importante s-au datorat industriei și nu științei, sub forma mașinilor agricole, care au revoluționat aratul, însămânțatul, strînsul recoltei și treieratul. Totuși, mașina cu abur a dat agriculturii mult mai puțin decît industriei sau transporturilor. Mecanizarea completă a agriculturii a trebuit să aștepte mașina înzestrată cu motor cu ardere internă, mai mică și mai ușoară, care a apărut abia în secolul al XX-lea.

Nutriția animalelor și plantelor

Cel mai eficient contact dintre știință și agricultură a fost realizat mai curînd în domeniul chimiei decît în acela al biologiei sau mecanicii. Revoluția în pneumatica chimiei, care a fost inițiată de Priestley și a culminat cu Lavoisier, a arătat că organismul animal reprezintă un fel de motor termic în care rolul combustibilului îl au alimentele, pe cînd planta îndeplinește un proces invers, folosind lumina Soarelui pentru a-și reface țesutul viu din gaze utilizate și pentru a reda atmosferei oxigenul. După expresia clasică a lui Moleschott (1822—1893), „viața este țesută din aer cu ajutorul luminii“.

Nimic din toate acestea nu putea să aibă însă vreun rezultat practic pînă ce nu s-a lămurit care este rolul solului. Fermierii și grădinarii practicieni știau că solul hrănește plantele, totuși oamenii de știință dintre 1790 și 1840 n-aveau de unde să cunoască precis în ce fel se petrece fenomenul. Van Helmont arătase, cu 200 de ani în urmă, că salcia poate să crească hrănindu-se numai cu apă. Pe vremea aceea părea destul de logic să se presupună că elementul apă se transformă în elementul pămînt sau lemn. După 1790 s-a dovedit însă că aceasta este o absurditate alchimistă, dar nu exista nimic cu care să poată fi înlocuită, pînă la cercetările clasice ale lui von Liebig. În raportul său privitor la *Chimia și aplicațiile ei în agricultură și fiziologie* (1846), întocmit la cererea Asociației britanice pentru progresul științei (p. 393), el a făcut o clasificare a țesuturilor vii și, implicit, a alimentelor în hidrați de carbon, grăsimi și albuminoide (proteine), care a devenit clasică. El a arătat că primele două sînt, în primul rînd,

combustibili care se formează în plante din bioxidul de carbon din aer și că numai albuminoidele conțin azot, formându-se în plante din nitrații extrași din sol împreună cu alte elemente esențiale, ca fosforul și potasiul, pentru ca mai târziu să fie restituiți solului, prin excrementele animalelor, în cadrul unui alt mare circuit al naturii.

Îngrășămintele artificiale

O dată cu lămurirea rolului chimic al solului, s-a dat și prima explicație a acțiunii gunoierului de grajd ca îngrășămint, obținându-se astfel posibilitatea suplimentării lui cu mijloace din alte surse. Sir John Lawes (1814—1900), un nobil cu înclinații pentru știință, și-a transformat moșia de la Rothamsted în primul laborator de cercetări agricole, făcând experiențe cu nitrați, fosfați și potasă din diferite surse ca înlocuitori ai gunoierului de grajd și construind chiar fabrici pentru producerea lor. Din aceste experiențe și din altele analoge făcute în alte țări s-a născut marea industrie a îngrășămintelor artificiale, care în ultima parte a secolului al XIX-lea a slujit dublului scop de a intensifica producția agricolă și de a satisface necesitățile de produse chimice pentru industria textilă, prin crearea unei industrii chimice grele eminentemente monopolistă, gata să satisfacă nevoile militare ale secolului al XX-lea.

Industria alimentară: refrigerarea

Preotul Malthus considera că „în furia speculației s-a sugerat (desigur mai mult în glumă decât în serios) că Europa ar trebui să-și cultive cerealele în America și să se consacre numai manufacturilor și comerțului, aceasta fiind cea mai bună diviziune a muncii pe glob”.^{5.54} Mai înainte ca gluma să poată fi luată în serios, era nevoie să se trimită oameni, indiferent în ce calitate — sclavi, condamnați la muncă silnică sau emigranți goniți de foame —, care să producă alimente în țări îndepărtate, apoi să se găsească modalități de a se aduce produsele alimentare în Europa în stare comestibilă. Firește că existau mijloace tradiționale pentru a face aceasta — uscatul, săratul, fierberea și congelarea datînd din epoca de piatră —, însă ele n-ar fi putut să fie folosite niciodată pe scara necesară hrănirii a zeci de milioane de oameni dacă n-ar fi fost raționalizate și transformate cu ajutorul științei.

Pe de o parte, opera de o viață întreagă a lui Pasteur dovedise necesitatea înlăturării microbilor, iar pe de altă parte o nouă știință — termodinamica — arăta cum se poate folosi un motor termic pentru a realiza procesul contrar : producerea frigului artificial (p. 424). Conservarea în vase ermetice și refri-

gerarea garantau posibilitatea transportului alimentelor oriunde se puteau găsi destui bani pentru a le plăti. Aceste operații au asigurat, totodată, dominația companiilor de conservare și refrigerare asupra tuturor regiunilor de pășune unde pot fi crescute vite cornute mari. Un aspect al acestui proces a fost romanțat în prezentarea crescătorilor de vite, cowboys și gauchos, celălalt găsindu-se în abatoarele din Chicago și Cincinatti, unde mecanizarea sacrificării avea să ofere prototipul benzii rulante în producția de masă în secolul următor. ^{6.43}

Biologia aplicată : medicina și agricultura

La sfârșitul secolului al XIX-lea, biologia își ocupase locul său, alături de științele mai vechi ale fizicii și chimiei, ca o disciplină rațională științifică, deși mai păstrase încă multe rămășițe din credințele magice și mitice ale trecutului. De asemenea ea nu atinsese încă acel grad de cunoaștere și de stăpânire a obiectului ei la care ajunseseră științele mai vechi. Cu toate acestea, ea începuse deja să-și dovedească utilitatea practică. Într-adevăr, marile progrese economice de la sfârșitul secolului al XIX-lea ar fi fost cu totul imposibile fără ajutorul biologiei aplicate. De fapt, avem aici una dintre cele mai bune ilustrări ale ideii marxiste că „omenirea își pune totdeauna numai sarcini pe care le poate rezolva”. ^{5.57.357}

Menținerea imenselor aglomerări de oameni în orașele industriale în secolul al XIX-lea ar fi fost cu totul imposibilă fără aplicarea în practică a metodelor sanitare, elaborate în urma însușirii treptate a teoriei microbiene a bolilor. Nici hrănirea acestor populații n-ar fi fost posibilă fără aplicarea noilor cuceriri ale chimiei în legătură cu nutriția plantelor. Folosirea îngrășămintelor azotoase și fosfatice a constituit un factor important în mărirea productivității solului și în crearea posibilității de extindere, într-o măsură mult mai mare decât se credea înainte, a suprafețelor de pământ cultivabil. În sfârșit, ar fi fost imposibil să se obțină în cantitățile necesare produse din regiuni tropicale, cum ar fi cauciucul și petrolul, esențiale pentru dezvoltarea industriei, dacă nu s-ar fi reușit să se combată măcar cele mai grave dintre bolile tropicale.

9. 6. Privire retrospectivă

Știința în epoca capitalistă

Am urmărit, în linii mari, unele direcții principale ale progresului științei în secolele XVIII—XIX și am constatat că el se află în legătură atât cu dezvoltarea materială a societății,

ilustrată de revoluția industrială și de consecințele ei, cât și cu evoluția gândirii, de care a fost nevoie pentru a pune pe om în contact efectiv cu noul său mediu înconjurător creat de societate. În această perioadă, capitalismul a ajuns la deplină maturitate, a atins cel mai mare grad de înflorire și a început să dea primele semne de declin. Știința s-a dezvoltat și ea intensiv și neîncetat, cu excepția unor mici fluctuații, iar progresul ei, în ansamblu, a fost și mai rapid decât cel economic, întrucât la sfârșitul acestei perioade ocupa o poziție mult mai importantă decât la început. În prima parte a secolului al XVIII-lea, știința a dat, prin mașina cu abur, forța motrice necesară unei industrii care se mai baza încă într-o mare măsură pe metode tehnice tradiționale, care datorau foarte mult ingeniozității și destul de puțin științei. Către sfârșitul secolului al XIX-lea au început să apară noi ramuri industriale importante, bazate în întregime pe știință. În afară de aceasta, știința a pătruns în îndeletnicirile meșteșugărești mai vechi și chiar în agricultură. La început, știința a mai avut de învățat de la industrie mai mult decât putea să-i dea, dar la sfârșitul secolului al XIX-lea însăși existența industriei era indisolubil legată de știință. Prin transformarea tehnică a industriei pe care știința o făcuse cu puțință, aceasta influența dezvoltarea capitalismului, dându-i posibilitatea să treacă de la libera concurență a micii industrii la marile întreprinderi monopoliste, cu metode de producție științifice și bine chibzuite.

O comparație între revoluția științifică din secolele XVI—XVII, căreia i-a fost consacrat capitolul 7, și revoluția industrială din secolele XVIII—XIX pune în lumină transformarea radicală care a intervenit în relațiile dintre știință și viața economică a societății. În prima perioadă, după cum am văzut, se apela la știință și ea dădea un ajutor eficient pe un front foarte limitat, redus aproape numai la astronomie și la navigație. În a doua perioadă, relațiile acestea cuprindeau întreaga sferă a activităților industriale: mecanica, energia, transporturile, produsele chimice și munițiile. În consecință, știința din prima perioadă se ocupa mai cu seamă de noi *instrumente* pentru culegerea de informații asupra naturii — telescoape, microscopie, termometre, barometre — și de analiza matematică necesară proiectării acestor instrumente și interpretării rezultatelor obținute cu ajutorul lor. În a doua perioadă, deși instrumentele continuau să se dezvolte și să se înmulțească, ele nu mai reprezentau decât o parte a produselor *materiale* ale științei. Noi mașini — mașini cu abur, turbine, dinamuri, motoare electrice, utilaj chimic —, destinate toate nu descoperirii tainelor naturii, ci transformării ei, au reprezentat produsele caracteristice secolelor XVIII—XIX.

Între o revoluție și alta, rolul științei a devenit, într-adevăr, din pasiv activ, trecînd de la cercetarea naturii la „înfăptuirea tuturor lucrurilor posibile“. Această trecere a devenit cu puțință, din punct de vedere tehnic, datorită însăși dezvoltării mașinismului, în largă măsură rodul eforturilor unite ale muncitorilor și oamenilor de știință, iar din punct de vedere economic datorită disponibilităților de capital în proporții mereu crescînde, pe măsura acumulării profiturilor din investițiile precedente. Acestui mod strict capitalist de finanțare a progresului tehnic și științific i se datoresc perioadele de mare avînt ale activității din ultima perioadă a secolului al XVIII-lea și din prima jumătate a secolului al XIX-lea.

În comparație cu orice altă epocă precedentă s-a făcut un efort, care, ce-i drept, privit prin prisma efortului absolut sau relativ al timpurilor noastre, pare mic. De exemplu, suma totală cheltuită de Anglia pentru cercetări științifice în cursul întregului secol al XIX-lea n-a fost mai mare de 1 000 000 de lire sterline.^{5,3} În prezent, Anglia cheltuiește anual numai pentru cercetări în domeniul civil de 75 de ori mai mult. Legăturile dintre știință și profit au determinat și ele, așa cum am arătat cu alt prilej,^{5,3} ritmul extrem de neuniform al acestui progres. Chiar și atunci cînd o aplicație a științei părea să promită venituri mari, lipsa de capital disponibil pentru întreprinderi care ar fi imobilizat aceste capitaluri timp de cîtiva ani, fără a putea garanta succesul final, descuraja pe toți întreprinzătorii, în afară de cei mai îndrăzneți.

Clasa muncitoare și socialismul

Capitaliștii au utilizat bucuros știința ori de cîte ori a slujit țelului lor de sporire a profiturilor. Au recurs la ea cam fără voie și cu tărăgăneli cînd era vorba de folosirea ei pentru binele populației, de pildă în domeniul sănătății și al educației. Au refuzat categoric să apeleze la ea cînd era vorba de examinarea și, eventual, de revizuirea sistemului din care extrăgeau bogăția. Dar dacă n-au vrut ei să facă acest lucru, s-au găsit alții. În cursul procesului în care știința a fost pusă în slujba profitului, capitaliștii au arătat calea spre marea producție socială, care avea să facă inutil stimulentele profitului. În același timp, ei au făcut să se nască o clasă muncitoare, pentru care sistemul capitalist înseamnă trudă istovitoare, nesiguranță și lipsuri.

La începutul acestei perioade, noul capitalism în ascensiune se debarasa cu succes de ultimele rămășițe ale vechiului sistem de producție de tip feudal și pornea pe o cale de expansiune progresivă. La sfîrșitul perioadei, capitalismul, ajuns la o uriașă

dezvoltare, își întinsese dominația asupra întregii lumi, dar se afla în defensivă în fața unei clase muncitoare de curînd formate, gata să treacă la un mod de producție nou și mai cuprinzător, modul socialist, care să poată folosi din plin realizările științei (p. 501 și urm.).

Prin urmare, apreciind înrîurirea științei asupra vieții și gândirii în cursul secolelor XVIII—XIX, este necesar să urmărim pas cu pas trecerea de la influența ei eliberatoare în perioada de început, cînd era aliată cu toate forțele progresului, pînă la poziția echivocă și incertă pe care s-a situat la sfîrșitul ei, cînd progresul nu mai putea fi socotit ceva de la sine înțeles, iar spectrul războiului și al revoluției sociale începuse să se profileze la orizont. Linia de demarcație a fost trasată de revoluția franceză și de reacțiunea care i-a urmat. Oricît de mult ar fi acordat patronajul lor științei, atît vechiul regim din Franța, cît și partidul bisericii și regelui din Anglia, care se bazau pe proprietatea funciară, trebuiau în mod necesar să se întoarcă împotriva ei. În consecință, în ultimii ani ai secolului al XVIII-lea, progresul științei a depins de industria în ascensiune, de reforma politică și de teologia liberală, servind în mare măsură la justificarea unei concepții optimiste, progresiste despre lume.

După 1815 situația n-a mai fost atît de simplă. Lumea științifică era radical divizată într-un lagăr conformist și unul liberal așa cum s-a văzut, de exemplu, în cazul istoriei geologiei și al controversei în jurul evoluției (p. 472). Vechea tradiție a științei și influența descoperirilor ei asupra practicii au determinat tendința de a o identifica cu marea expansiune a capitalismului din cursul secolului al XIX-lea ; această identificare nu se mai făcea însă din toată inima și cu optimism, deoarece împotriva ei se ridicau roadele evidente ale aplicațiilor științei : marasmul și aspectul respingător al regiunilor industriale, precum și neîncrederea, ostilitatea sau conștiința încărcată față de păturile de jos, față de noul proletariat. Stafia comunismului, deși pe atunci influența lui încă nu era eficientă, obseda atît lumea intelectuală, cît și pe cea politică. După 1870 optimismul se spulberase în bună parte și în starea de spirit generală se furișase o neliniște de apocalips.

Știința în lumea ideilor

Influența directă a științei asupra ideilor dominante ale perioadei examinate a fost mult mai puțin importantă decît influența ei indirectă, prin asocierea cu revoluția industrială ; totuși, ea n-a fost deloc neglijabilă. Revoluția gândirii în domeniul științelor fizice în secolele XVIII—XIX n-a avut o

importanță la fel de hotărâtoare ca aceea din secolele XVI—XVII. De fapt ar putea să pară mai potrivit să se vorbească nu de o nouă revoluție, ci de o uriașă răspîndire a rezultatelor revoluției precedente — așa cum se manifestase în sinteza newtoniană — mai întîi în alte domenii ale științei, cum ar fi căldura, electricitatea și chimia, și abia după aceea în științele economice și politice. Totuși, chiar în sine această răspîndire a fost, într-un anumit sens, o inovație radicală. Din punct de vedere material, tocmai datorită acestei răspîndiri știința a devenit pentru prima oară utilă în industrie, au putut fi stăpînite forțele naturale ale aburului și electricității, iar procedeele de transformare a materiei, pînă atunci bazate numai pe tradiție, au putut fi îndreptate în mod conștient spre țeluri dinainte stabilite. În domeniul ideilor, chiar dacă științele fizice n-au rupt complet cu trecutul, extinderea lor asupra unor noi domenii a pus în lumină aspecte pînă atunci nebănuite ale naturii, ca interacțiunea dintre electricitate și magnetism și caracterul reacțiilor chimice, ducînd la cîteva mari generalizări, ca legile conservării materiei și energiei, precum și teoria electromagnetică a luminii.

Evoluția ca forță socială

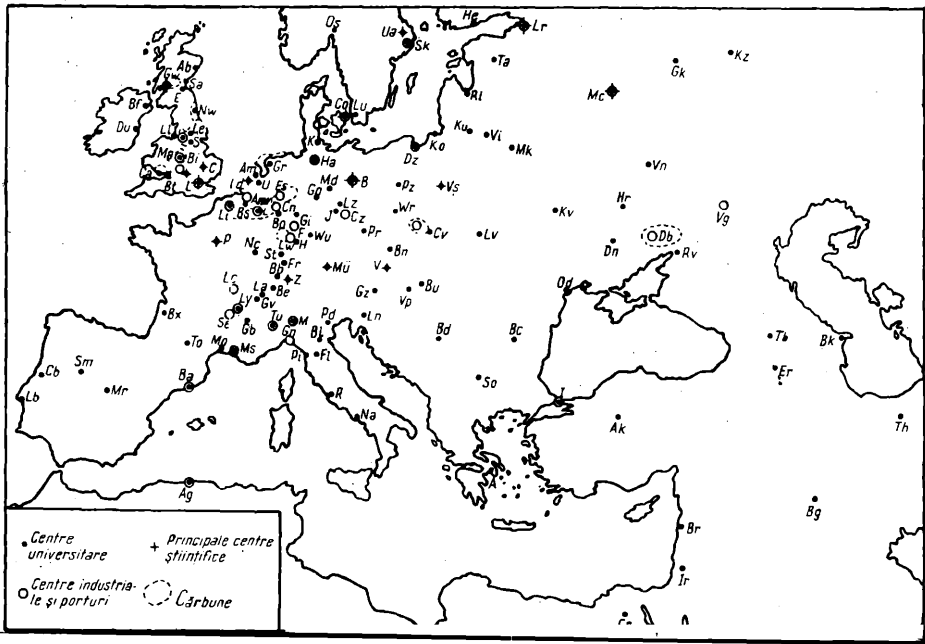
Adevăratele inovații radicale însă aveau să fie aduse mai curînd de progresele realizate în domeniul științelor descriptive, în care analiza matematică nu putea încă să-și găsească un punct de reazem ; punctul culminant a fost marea sinteză darvinistă a evoluției prin selecția naturală. Contribuția personală a lui Darwin a venit mai tîrziu, ca o concluzie inevitabilă a anilor îndelungați de observații de ordin geologic și biologic. Ea ar fi putut să fie acceptată cu mult înainte dacă n-ar fi întîmpinat rezistența clericilor și a aristocrației funciare, care-și dădeau seama instinctiv că acceptarea ei înseamnă sfîrșitul oricărei justificări a unei orînduiri de origine divină a lumii. Noul sistem ceresc al lui Newton făcea din nou posibilă în mare măsură presupunerea existenței unui plan divin, atît de mult zdruncinată de Copernic și Galilei. Darwin a atins probleme mai apropiate, ocupîndu-se de omenirea însăși. Ca inovator, Darwin a fost comparat, pe bună dreptate, cu Copernic. Lumea religiei supraviețuise și, de fapt, aproape că uitase de zguduirea provocată de năruirea imaginii astronomice a lumii făurite de Orientul antic. Mai rămăsese însă neatins tabloul creației, mai ales acela al omului făcut după chipul lui Dumnezeu. După Darwin însă n-a mai rămas aproape nimic din cartea Genezei ca expunere fidelă a istoriei. A trebuit să treacă un anumit timp pînă să se poată descoperi o formulă potrivită pentru a salva aparențele, afirmîndu-se că adevărul religios se situează

pe un alt plan, la adăpost de orice înfirmare din partea forțelor vulgare. Părerea că dumnezeu, în înțelepciunea sa, a îngropat fosilele în roci pentru a-i duce în ispită pe geologii liber-cugetători, pe care a prezentat-o cu toată seriozitatea Philip Gosse, tatăl lui Edmund Gosse, a fost considerată ca o explicație prea trasă de păr ca să ofere o bună ieșire din situație. Totuși, deoarece papa Pius al XII-lea a declarat *ex cathedra*, în 1948, că prima carte a Genezei trebuie înțeleasă în sens alegoric, în prezent controversa trebuie socotită încheiată, excepție făcând poziția câtorva dogmatici protestanți.

„Originea speciilor”, apărută într-o perioadă în care descoperirea cuprinsă în ea era extrem de necesară, a fost îmbrățișată de aripa radicală, anticlericală a economiștilor și oamenilor politici, întrucât corespundea în cea mai mare parte propriilor lor teorii *laissez-faire* și „ajută-te singur”. Ea a făcut posibilă justificarea a tot ce se petrece în lumea capitalistă: exploatarea nemiloasă a omului de către om, subjugarea popoarelor „inferioare” de către popoarele „superioare”. Până și războiul putea fi justificat prin analogie cu natura, care are „dinții și ghearele roșii de sânge”. Vechea explicație a dominației anumitor clase sau rase, și anume că acestea ar fi alcătuite din aleșii sau fiii lui dumnezeu, nu mai avea credit, era nevoie de noi explicații care să justifice dăinuirea acestei concepții într-o lume a rațiunii și științei. Darwinismul le oferea aceste explicații, deși era ultimul lucru pe care l-ar fi dorit Darwin.

Importanța fundamentală a teoriei evoluției a constatat în introducerea elementului istoric în domeniul științei, rupînd astfel definitiv cu ramura ortodoxă a tradiției grecești, cu adevărurile eterne și cu speciile fixe ale lui Platon și Aristotel, și revenind la ramura eretică mai veche a filozofilor ionieni și a lui Democrit, care puneau accentul pe dezvoltarea și transformarea rațională. Prin introducerea gândirii istorice în știință, teoria darvinistă a evoluției ar fi putut să devină o punte de legătură între științele naturii și științele umaniste. Aceasta nu s-a întîmplat însă din cauză că majoritatea adeptilor ei refuzau categoric să ducă pînă la ultimele concluzii logice această concepție. Întrucît învățătura lui Darwin puneau accentul pe înrudirea dintre om și animale, evoluția socială a omenirii a fost lăsată în umbră, favorizîndu-se ideea evoluției pur biologice, care, la rîndul ei, avea să ducă la absurditatea „supraomului” lui Nietzsche și la justificarea teoriilor rasiste și a imperialismului.

Legăturile dintre științele naturii și științele sociale, ca și dezvăluirea completă a rolului evoluției istoriei în natură și al legii în societate, aveau să apară nu ca o consecință directă a teoriei evoluției organice, ci ca opera unei mișcări de cu totul altă natură, și anume a unei mișcări sociale de idei și



Harta ilustrează repartizarea centrelor științifice și industriale din Europa și din regiunile învecinate în secolele al XVIII-lea, al XIX-lea și al XX-lea (vezi cap. 8, 9 și 10). Sînt indicate numai orașele industriale și porturile importante. Universitățile indicate au avut o importanță foarte inegală ca centre științifice; cîteva dintre cele deosebit de importante sînt marcate în mod special. Universitățile mai vechi sînt grupate în jurul, ca să spunem așa, coloanei vertebrale a Europei, după cum se vede în harta 3. În secolul al XIX-lea și într-o mare măsură în secolul al XX-lea se observă o extindere mai pronunțată spre răsărit. Pentru repartizarea corespunzătoare a centrelor științifice din America, vezi legenda de la harta 5 (p. 488).

UNIVERSITĂȚI

Ab — Aberdeen (1494)	Dz — Danzig	Le — Leeds (1904)	Pd — Padua (1222)
Ag — Alger (1879)	Dn — Dneprope- trovsk (1918)	Lz — Leipzig- Halle-Wit- tenberg (1409-1694)	P — Paris (1160)
Am — Amster- dam (1632)	Du — Dublin (1591)	Lr — Leningrad (1819)	Pi — Pisa (1338)
Ak — Ankara (1856)	E — Edinburgh (1583)	Ld — Leyda (1575)	Pz — Poznan (1919)
A — Atena (1837)	Er — Erevan (1920)	Lg — Liège (1817)	Pr — Praga (1347)
Bg — Bagdad	Fl — Florența (1321)	Li — Lille (1562)	Ri — Riga (1862)
Bk — Baku (1920)	F — Frankfurt (1914)	Lb — Lisabona (1911)	R — Roma (1303)
Ba — Barcelona (1450)	Fr — Freiburg (1457)	Ll — Liverpool (1559)	Rv — Rostov (1869)
Bb — Basel (1460)	Gv — Geneva (1559)	L — Londra (1836)	Sa — St. An- drews (1411)
Br — Beirut (1846)	Gi — Giessen- Marburg (1607, 1527)	Ln — Ljubljana (1596)	Sm — Salamanca (1227)
Bf — Belfast (1845)	Gw — Glasgow (1451)	Lu — Lund (1666)	S — Sheffield (1905)
Bd — Belgrad (1863)	Gk — Gorki (1918)	Lv — Lvov (1861)	So — Sofia (1909)
B — Berlin (1809)	Go — Göttingen (1737)	Ly — Lyon (1896)	Sk — Stockholm (1878)
Be — Berna (1834)	Gz — Graz (1586)	Mr — Madrid (1508)	St — Stras- bourg (1567)
Bi — Birmin- gham (1900)	Gb — Grenoble (1339)	Md — Magdeburg	Ta — Tartu (1920)
Bl — Bologna (1160)	Gr — Groningen (1614)	Ma — Manches- ter (1850)	Tb — Tbilisi (1404)
Bo — Bonn (1818)	Ha — Hamburg (1919)	Ms — Marsilia- Aix (1409)	Tu — Torino (1229)
Bx — Bordeaux (1441)	Hr — Harkov (1804)	M — Milano (1923)	To — Toulouse (1477)
Bt — Bristol (1909)	H — Heidelberg (1386)	Mk — Minsk (1920)	Ua — Uppsala (1236)
Bn — Brno (1919)	He — Helsinki (1828)	Mo — Montpel- lier (1220)	U — Utrecht (1816)
Bs — Bruxelles- Louvain (1834, 1425)	Ir — Ierusalim (1918)	Mc — Moscova (1756)	Vș — Varșovia (1952)
Bc — București (1864)	I — Istanbul (1883)	Mü — München (1472)	Vp — Veszprém (1365)
Bu — Budapesta (1635)	J — Jena (1558)	Nc — Nancy (1752)	V — Viena (1365)
Cr — Cairo (970- 1908)	Ku — Kaunas (1920)	Na — Neapole (1224)	VI — Vilnius (1578)
C — Cambridge (1209)	Kz — Kazan (1804)	Nw — Newcastle- Durham (1832)	Vn — Voronej (1919)
Ca — Cardiff (1893)	K — Kiel (1665)	Od — Odesa (1807)	Wr — Wrocław (1702)
Cb — Coimbra (1290)	Kv — Kiev (1834)	Os — Oslo (1811)	Wu — Würzburg (1582)
Co — Copenhaga (1479)	Ko — Königsberg (1544)	O — Oxford (1167)	Z — Zürich (1833)
Cv — Cracovia (1364)	La — Lausanne (1537)		

ORAȘE INDUSTRIALE ȘI BAZINE CARBONIFERE

Anv — Anvers	Db — Donbass	Lc — Le Creusot	Se — St. Etienne
Cz — Chemnitz	Es — Essen	Lw — Ludwigs- hafen	Vg — Volgograd
Cn — Colonia	Gn — Genua		

totodată de acțiune, care a luat naștere în urma înrîuririi revoluției industriale asupra societății și căreia Marx și Engels aveau să-i dea o teorie și un program. Deși aceasta s-a petrecut la mijlocul secolului al XIX-lea, cu mult înainte de contro-versa darvinistă, deplina ei semnificație și consecințele ei nu aveau să fie vizibile decât în secolul al XX-lea. Examinarea acestei mișcări se va face în capitolele 12 și 13.

Poziția socială a omului de știință

Trecerea de la știința considerată ca idee eliberatoare, așa cum au văzut numai câteva spirite alese la începutul secolului al XVIII-lea, la știința considerată ca o forță materială capabilă să schimbe sistemul de viață, așa cum apărea oricui la sfîrșitul secolului al XIX-lea, nu reprezintă, după cum am constatat, un proces simplu, ci rezultatul unui conflict cu numeroase faze de succes alternative, rapide sau întîrziate.

În această luptă, omul de știință nu putea să se sustragă necesității de a lua în considerare nu numai ordinea eternă a naturii, ci și consecințele succeselor obținute prin intervenția noilor forțe ale tehnicii și științei în această ordine a naturii. El era în mod inevitabil sfîșiat de tendințe contradictorii. Pe de o parte, oamenii de știință erau legați de marile mișcări ale dezvoltării capitaliste, întrucît proveneau în cea mai mare parte din clasele mijlocii și de sus, această majoritate putînd să asimileze și să convertească destul de ușor pe pușinii recrutați din clasele muncitoare, ca Faraday. Pe de altă parte, în calitatea lor de oameni de știință, ei nu puteau să nu vadă că rezultatele eforturilor lor erau folosite din ce în ce mai mult în scopul îmbogățirii personale și nu duceau la îmbunătățirea soartei tuturor oamenilor. Doar foarte puțini oameni de știință au participat conștient la demascarea acestor stări de lucruri: printre aceștia se numără A. R. Wallace și H. G. Wells în Anglia, Haeckel în Germania și grupul de *intelectuali* care s-a constituit în scopul apărării lui Dreyfus în Franța în 1894.

Idealul științei pure : pesimismul cosmic

Majoritatea oamenilor de știință însă s-au ferit să aleagă între alternativele supărătoare care li se ofereau și s-au refugiat într-o preocupare avînd ca obiect adevărurile pure ale științei. Lor li se părea că, dacă ei personal nu scot bani de pe urma descoperirilor lor, sînt într-un fel oarecare la adăpost

de învinuirea că ar avea vreo legătură cu folosirea acestor descoperiri în vederea obținerii de profituri.

Această atitudine nu putea să nu exercite o influență asupra ideilor și teoriilor lor chiar în domeniul științei. Deși cercetările științifice în domeniul înțelegerii structurii lumii, începînd cu nebuloasa și terminînd cu creierul omenesc, au avut un uriaș succes, deși teoria evoluției a oferit imaginea grandioasă a unui progres continuu, la sfîrșitul acestei perioade perspectiva pe care o oferea gîndirea științifică a devenit, în esență, pesimistă. Imaginea universului nu era luminată de nici o concepție despre o omenire care să-și propună în mod conștient stăpînirea naturii în propriul ei folos și în folosul generațiilor viitoare. De aceea această imagine tindea să rămînă aceea a unui univers pe care o soartă oarbă îl conduce prin legile ei de fier spre o moarte inevitabilă.

Limitele științei

Știința părea să-și atingă limitele. Imaginea din ce în ce mai coerentă și mai unitară a diferitelor ei ramuri pe care o făuriseră realizările oamenilor de știință din secolul al XIX-lea li se părea acestora un indiciu că știința se apropie de ultimele ei concluzii. În fizică, forțele inițial separate — lumina, electricitatea și magnetismul, precum și căldura — erau toate reunite într-o singură mare teorie electromagnetică. Deși natura gravitației a rămas neînțeleasă, acțiunea ei era în întregime previzibilă și, de fapt concepția lui Laplace că întregul univers este alcătuit din particule a căror mișcare ar putea fi deter-

TABELUL 5. Știința și capitalismul

(Cap. 8 și 9)

După acest tabel, care se referă la secolele XVIII-XIX putem avea o imagine mai sistematică a progresului științific și tehnic. Primele trei coloane se referă la evenimentele politice, teoretice și economice. Coloana din mijloc reunește realizările construcțiilor de mașini și ale mecanicii, care, pe de o parte, au dus la dezvoltarea generatorilor de căldură și a mașinilor semiautomate și, pe de altă parte, la principală mare generalizare a secolului al XIX-lea, legea conservării energiei și termodinamica. Coloana a 5-a este consacrată electricității, care, spre începutul secolului al XIX-lea face lumină în teoria chimiei, iar pe măsură ce se apropie secolul al XX-lea, prin intermediul telegrafului și al luminii electrice, este pusă tot mai mult în slujba comerțului și industriei.

În coloana a 6-a putem urmări revoluția în pneumatică a chimiei petrecută la sfîrșitul secolului al XVIII-lea și clarificarea ulterioară, dar la fel de hotărîtoare, adusă în chimia organică în secolul al XIX-lea, amîndouă legate, în fiecare etapă, de o industrie chimică în dezvoltare. În sfîrșit, în domeniul biologiei și geologiei, putem urmări filiația dintre prima clasificare a lui Linné și stabilirea definitivă a principiului evoluției de către Darwin.

TABELUL				
Știința și capitalismul				
ANII	EVENIMENTELE ISTORICE	FILOZOFIA	ECONOMIA	CONSTRUCȚIILE DE MAȘINI ȘI METALURGIA
(cap. 8.1)	1690			
	1700	<i>Locke</i> . Libertate, proprietate și toleranță	Întemeierea Băncii Angliei	<i>Savery</i> . Pompa cu abur
	Războiul de succesiune la tronul Spaniei Petru cel Mare			<i>Darby</i> . Topirea fierului cu coacă <i>Newcomen</i> . Mașina cu abur
	Ascensiunea Rusiei	<i>Berkeley</i> . Idealism.	Dezvoltarea industriei mici în Anglia și în Franța	<i>Réaumur</i> . Teoria fierului și oțelului <i>Smeaton</i> . Știința construcției de mașini
(cap. 8.2 - 8.4)		<i>Hume</i> . Scepticismul științific Filozofii	Ameliorări în agricultură, împrejurările	
	1750			
	Frederic cel Mare	<i>Diderot</i> . „Enciclopedia” <i>Voltaire</i> . Dominismul	Începutul revoluției industriale	
	1760			
(cap. 8.5 - 8.6)	Cucerirea Indiei de către englezi	<i>Rousseau</i> . „Contractul social” „Societatea lunară” din Birmingham		<i>Roebuck</i> . Uzinele metalurgice Carron <i>Black</i> . Căldurală lentă
	Revoluția americană	<i>Kant</i> . Filozofia datoriei	<i>Adam Smith</i> . „Avuția națiunilor”	<i>Hargreaves</i> , <i>Arkwright</i> , <i>Crompton</i> . Mașinile de filat bumbacului <i>Boulton</i> . Uzina metalurgică. <i>Wilkinson</i> . Metalurgia.
	Revoluția franceză	<i>Goethe</i> . Naturfilozofia	Capitalismul și sistemul de fabrică	<i>Watt</i> . Mașina cu abur <i>Cort</i> . Fier prin pudlare. <i>Rumford</i> . Căldură din lucru mecanic
	1800			
(cap. 8.7)	Războaiele napoleoniene			<i>Trevithick</i> . Motorul cu abur cu presiune înaltă <i>Bramah</i> , <i>Maudslay</i> , <i>Widgworth</i> . Mașin-unelte
	Sfînta alianță Pacea și reacțiunea	<i>Hegel</i> . Idealismul dialectic	<i>Bentham</i> , <i>Mill</i> . Utilitarismul	<i>Stephenson</i> . Locomotiva
	Reforma, triumful burgheziei	<i>Comte</i> . Pozitivismul	Era oăilor ferate	<i>Carnot</i> . Principiul reversibilității
	Anul revoluțiilor	<i>Marx</i> și <i>Engels</i> . „Manifestul comunist”, Materialismul dialectic, „Capitalul”	Anglia, atelierul industrial al lumii	<i>Meyer</i> , <i>Joule</i> , <i>Helmholtz</i> . LEGEA CONSERVĂRII ENERGIEI <i>Bessemer</i> . Oțelul turnat
(cap. 8.7)	Războiul civil american Războiul franco-prusian Comuna din Paris			<i>Lenoir</i> . Motorul cu gaze <i>Siemens</i> . Cuptorul cu regeneratoare <i>Otto</i> . Cielul în patru timpi <i>Gilchrist</i> . Căptușeala bazină
	Ascensiunea Germaniei	<i>Mach</i> . Neopozitivismul	Ascensiunea socializmului	<i>Clausius</i> , <i>Gibbs</i> . Termodinamica <i>Parsons</i> . Turbina
	Imperialismul colonial			
	1900			

capitolele 8 și 9)

ELECTRICITATEA

CHIMIA

BIOLOGIA ȘI GEOLOGIA

<i>Watt</i> . Electricitatea prin frecare	<i>Stahl</i> . Flogisticul	<i>Camerarius</i> . Sexul la flori <i>Woodward</i> . Fosile din epoca glaciară
		<i>Boerhaave</i> , profesor de medicină
<i>Gay</i> . Conductibilitatea electrică	<i>Hales</i> . Începutul revoluției în pneumatică	Clasificarea lui Linné. „Sistemul naturii“
<i>DuRoi</i> . Două feluri de electricitate		
<i>Herschel</i> . Condensatorul și șocul electric	<i>Lomonosov</i> . Chimia fizică	<i>Trembley</i> . Nevertebratele <i>Buffon</i> . „Istoria naturală“, „Teoria pământului“ <i>Haller</i> . Fiziologia
<i>Franklin</i> . Electricitate pozitivă și negativă, paratrăsnetul	<i>Black</i> . Dioxidul de carbon	
	<i>Priestley, Scheele</i> . Desooperirea oxigenului	
Legea lui Coulomb	<i>Lavoisier</i> răstoarnă teoria flogisticul și întemeiază chimia modernă	<i>Werner</i> . Cataolismele
<i>Galvani</i> . Curentul electric		
Volt		<i>Hutton</i> . Geologia fără minuri
<i>Bary</i> . Electrochimia	<i>Dalton</i> . Teoria atomică <i>Haüy</i> . Cristalografia	<i>Bichat</i> . Tesuturile <i>Lamarck</i> . Evoluția prin modificare <i>Oken</i> . Morfologia <i>Cuvier</i> . Paleontologia <i>W. Smith</i> . Harta geologică
	<i>Berzelius</i> . Chimia anorganică	<i>Bell, Magendie</i> . Sistemul nervos <i>Baer</i> . Embriologia <i>Lyell</i> . „Principiile geologiei“, uniformismul
<i>Galvani, Faraday</i> . Electromagnetismul Telegraful	<i>Dumas, Liebig, Pasteur, Kekulé, Van't Hoff</i> Întemeietorii al chimiei organice	<i>Liebig, Lawes</i> . Agrochimia. Mărturii din epoca glaciară și de la omul primitiv <i>Mendel</i> . Ereditatea <i>Darwin</i> . „Originea speciilor“
<i>Maxwell</i> . Teoria electromagnetică a luminii <i>Watt</i> . Dinamul	<i>Mendeleev</i> . Tabelul periodic al elementelor	EVOLUTIA prin selecție <i>Pasteur</i> . Teoria microbiană a bolilor Antisepsia, imunizarea
<i>Edison</i> . Lumina electrică	Industria coloranților și a explozivilor	
<i>Mart</i> . Undele radiofonice		

mărită pentru vecii vecilor dacă ar fi cunoscută într-un singur moment justifica o imagine a destinului mult mai cuprinzătoare decât oricare alta închipuită de greci. În chimie, fuseseră descoperite aproape toate elementele. Marea generalizare a lui Mendeleev arătase chiar câte elemente ar putea să existe și cât de puține mai trebuiau descoperite. În biologie, teoria darvinistă a imprimat pînă și evoluției însăși trăsăturile fataliste ale unui progres datorit împlinirii și luptei.

Fără îndoială, știința mai avea încă multe de înfăptuit. Fiecare om de știință, în domeniul său, avea în față o perspectivă nemărginită de descoperiri de detaliu, întrucît, oricît de ciudat ar putea să pară, cu toate marile generalizări teoretice, știința devenise la sfîrșitul secolului al XIX-lea mai specializată decât fusese vreodată în trecut sau avea să devină mai tîrziu. Specializarea în sine reprezenta un mijloc de a scăpa de povara prea grea a unei concepții generale despre univers. Pesimismul cosmic era contrabalansat prin încrederea, dacă nu chiar prin mulțumirea de sine, în ce privește situația prezentă și perspectivele imediate ale științei și societății.

Orice părere ar fi avut despre propria lor disciplină, oamenii de știință din secolul al XIX-lea știau că sistemul general al teoriei științifice era temeinic, că moștenirea lui Newton fusese pe deplin realizată și că fenomenele stranii care nu păreau să se încadreze în acest tablou clasic se vor dovedi fără îndoială explicabile dacă se va găsi cineva destul de ingenios care să se ocupe de ele. Exact în același mod ei împărtășeau sentimentele oamenilor cu care veneau în contact și care socoteau că rînduiriile sociale — oficiile de bursă, libera inițiativă, libertatea de a călători și de a face comerț — erau dacă nu întru totul realizate în acel moment, în orice caz pe punctul de a fi realizate, și că se apropia o epocă de progres intelectual și material nelimitat. Fără îndoială că la orizont se vedeau îngămădindu-se și nori : frămîntări ale muncitorilor, o creștere supărătoare a înarmărilor generale ; ei sperau însă că dacă se va da dovadă de bun-simț și dacă se va înțelege faptul că menținerea unei economii capitaliste pașnice este în folosul fiecăruia, norii se vor risipi. Ei socoteau că viitorul va fi neapărat o continuare, deși destul de neinteresantă, a trecutului. Atît în știință, cît și în societate, aceste speranțe erau sortite să se năruie într-un mod pe care acum îl cunoaștem prea bine. Secolul al XX-lea, după cum vom vedea în capitolele următoare ale acestei cărți, avea să deschidă mari și noi perspective în fața științei și a societății.

PARTEA A VI-A

ȘTIINȚA ÎN EPOCA NOASTRĂ

INTRODUCERE

FUNDALUL SECOLULUI AL XX-LEA : REVOLUȚIILE ÎN ȘTIINȚĂ ȘI SOCIETATE

Pe măsură ce ne apropiem de epoca noastră, istoria se contopește cu amintirea propriei experiențe. Aici ne găsim în imediata apropiere a evenimentelor, urmărim lupte în curs de desfășurare ai căror protagoniști sînt încă în viață și în plină activitate. Toate acestea fac deosebit de grea înțelegerea a ceea ce se petrece, analiza și aprecierea semnificației mișcărilor care au loc în știință și în societate. Cu toate acestea, efortul trebuie făcut, căci, deși istoricilor le poate conveni în general să evite abordarea perioadelor recente pînă ce timpul le îngăduie o apreciere dezinteresată, aceasta este, în cazul de față, de două ori imposibil. O carte care, asemenea acesteia, își propune să arate legăturile dintre știință și forțele sociale poate fi utilă numai dacă izbuteste să releve modul în care aceste relații, în forma în care le găsim aici și acum, au luat naștere din istoria lor precedentă. Nu poate fi îngăduită nici o fisură între prezent și trecut. Dar a omite istoria științei în secolul al XX-lea ar însemna excluderea celei mai importante părți a întregii argumentări, deoarece tocmai în secolul al XX-lea știința a intrat pentru prima oară în drepturile ei. În ultimii 50 de ani s-a desfășurat o muncă științifică considerabil mai mare decît în întreaga istorie precedentă. Iar aceasta nu este o simplă creștere cantitativă ; în același timp, în cunoașterea naturii fundamentale a materiei vii și nevii s-a realizat un progres mai mare decît în oricare altă perioadă din trecut. Putem susține cu destul temei că în secolul al XX-lea s-a pîndus o a doua *revoluție în știință* *. În plus, fapt care are o legătură și mai mare cu scopurile acestei cărți, pentru prima oară în istorie știința și oamenii de știință sînt angajați în mod direct

și fățiș în principalele evenimente economice, industriale și militare ale timpului lor.

Spre deosebire de capitolele precedente, de data aceasta problema nu mai constă doar în a arăta cum a influențat știința desfășurarea istoriei. Influența științei a fost destul de reală în trecut, dar ea trebuia pusă în lumină. Există pericolul considerării științei ca un auxiliar, interesant, strălucitor, însă îndepărtat de curentul principal al istoriei. Astăzi, după ce am parcurs jumătate din secolul al XX-lea, există pericolul contrar: acela de a atribui științei un rol prea mare, fie pozitiv, fie negativ, în transformările teribile și neliniștitoare, în războaiele și revoluțiile la care acest secol a fost martor pînă acum.

Că revoluțiile în știință și în societate s-au produs împreună nu este întîmplător; ar fi însă o concepție prea simplistă dacă s-ar considera că vreuna dintre ele ar fi consecința celeilalte. Interacțiunile au avut un caracter mult mai subtil și mai intim, iar examinarea lor va reprezenta principala sarcină a capitolelor următoare ale acestei cărți.

Ceea ce trebuie îndeosebi să încercăm a descoperi la fiecare cotitură principală a evenimentelor sînt forțele sociale și economice care au contribuit la determinarea orientărilor generale și a ritmurilor progresului științific și, invers, punctele în care descoperirile științifice au intervenit pentru a modifica profund cursul evenimentelor economice și chiar politice.

O perioadă de trecere

Oricît au fost de teribile, repezi, uluitoare, evenimentele au prezentat și un anumit aspect general. Trăim o epocă de trecere de la un tip de societate la altul, în miezul unor conflicte încă nerezolvate. Scindarea lumii în două părți, care s-a produs inițial în 1917, este un indiciu al ascuțimii contradicției dintre formele vechi și noi, dar ea nu a făcut decît să dea la iveală conflicte care existau în stare latentă încă în societatea aparent omogenă a secolului al XIX-lea. Oricît de diferite ar fi părerile oamenilor referitoare la explicarea și rezultatul acestei lupte, nimeni nu-i poate nega existența. Întregul sistem al *capitalismului*, instaurat pentru prima oară acum 300 de ani, este chemat la întrecere acum de un altul, sistemul *socialist*, care a luat naștere din conflictele interne ale capitalismului însuși.

Totuși, pentru cea mai mare parte a secolului al XX-lea nu desfiderea fățișă a capitalismului, reprezentată de existența și dezvoltarea Uniunii Sovietice, constituie factorul determinant în istoria mondială, ci mai curînd continuarea acțiunii forțelor care au apărut în epoca precedentă. Două dintre eve-

nimentele hotărâtoare ale secolului — primul război mondial și marea criză economică din 1930 — au fost generate de dificultățile politice și economice care s-au manifestat exclusiv în sînul capitalismului și tot ele au determinat atît pregătirea, cît și fazele inițiale ale celui de-al doilea război mondial. Evoluția capitalismului a continuat în cursul întregii perioade și el mai reprezintă sistemul economic dominant al unei părți considerabile, dar în treptată descreștere, a lumii.

Evoluția părții socialiste a lumii, cuprinzînd mai întîi numai Rusia, iar acum și China și numeroase alte țări, a avut în mod necesar un caracter cu totul diferit. În parte, din cauza sărăciei inițiale a acestor țări, iar în parte din cauza luptelor aprige pe care au trebuit să le ducă — în condițiile unei neîncetate intervenții din partea dușmanilor externi — pentru construirea unei economii radical noi, țările socialiste au început de-abia în ultimii ani să aspire la un rol conducător în economia și știința mondială.

Totuși, în ciuda acestei rămîneri în urmă, importanța realizărilor obținute de țările socialiste este mult mai mare decît s-ar putea deduce numai din proporțiile lor. Aceste realizări reprezintă rezultatul unui mod nou de folosire a resurselor naturale și umane, care produce o impresie profundă asupra muncitorilor din țările capitaliste și mai mare încă asupra popoarelor din țările slab dezvoltate. Acestea au dobîndit, într-o anumită măsură, libertatea politică, iar acum revendică o efectivă eliberare economică, ceea ce reprezintă un factor suplimentar puternic în trecerea de la capitalism la socialism.

Capitalul monopolist și imperialismul

Trăsătura principală a dezvoltării lumii capitaliste în secolul al XX-lea a fost creșterea rapidă a marilor combine, trusturi și carteli, parte comerciale, parte industriale, care în cele din urmă au ajuns să dețină toate pozițiile-cheie în economie. Pînă și numele lor sînt cunoscute în întreaga lume: „Du Pont“, „General Motors“, „Krupp“, „Schneider Creusot“, „Imperial Chemical“, „I. G. Farben“ etc., fără să mai menționăm imperiul întins al lui „Standard Oil“ sau vasta sferă a intereselor lui „Morgan“. Tendința spre formarea monopolurilor, evidentă încă de la sfîrșitul secolului al XIX-lea, are o obârșie în primul rînd economică. Trusturile, exercitînd un monopol parțial sau total, aveau mari avantaje față de micile firme concurente, deoarece își realizau profiturile fără a mai fi la cheremul fluctuațiilor pieței și puteau rezista în perioadele de criză. Ele au fost favorizate și de factori tehnici, cum ar fi dezvoltarea motorului cu ardere internă, care a dat

naștere industriei construcției de motoare și care, la rîndul ei, a creat vaste piețe pentru noua industrie a petrolului. Pe de altă parte, chiar și inovațiile tehnice, ca producția în serie, au ridicat volumul capitalului necesar finanțării industriei într-o măsură suficientă pentru ca să fie rentabilă, la un nivel pe care numai firmele monopoliste îl mai puteau asigura. În sfîrșit, însăși știința a contribuit la formarea monopolurilor, deoarece ea a făcut necesare mari investiții de capital. Industriile care s-au bazat în mare măsură sau în întregime pe știință, ca industria chimică și cea electrică, au fost de la început monopoliste. Ca o consecință, după cum vom vedea (p. 900), cam 80% din activitatea științifică din domeniul industriei se desfășoară în institutele de cercetări științifice ale firmelor monopoliste. 6.35 ; 6.36

Însăși existența trusturilor și a cartelurilor asigura obținerea unor prețuri care depășeau cu mult nivelul obținut în cadrul luptei de concurență. Acest fapt împreună cu reducerea prețurilor de cost — realizată prin producția pe scară largă — și cu o folosire mai deplină a cercetărilor tehnice și științifice au ajutat monopolurile să obțină profituri și mai mari. În consecință, prin fuzionări și crearea de noi întreprinderi, ele au fost în măsură să-și mărească și mai mult volumul. Rețeaua întreprinderilor controlate de monopoluri, dintre care întotdeauna numai o parte este cunoscută publicului, le conferă o poziție economică aparent inatacabilă. Ca întreprinderi productive, monopolurile marchează, fără îndoială, un progres față de micile firme cu tradiție, cu metodele lor empirice, pe care le-au ruinat sau le-au absorbit. Totuși, experiența a arătat că nici monopolurile nu se pot pune mai bine la adăpost de soarta vindicativă care amenință orice întreprindere bazată pe profit. Cu cît este mai mare coeficientul de exploatare a muncii pe care o realizează monopolurile, cu atît mai greu este să găsești consumatori din rîndurile muncitorilor pentru mărfurile pe care ei înșiși le produc. Tocmai nevoia de noi piețe de desfacere și aceea de a apăra piețele cucerite au făcut ca monopolurile să-și asume efectiv funcții guvernamentale pentru a-și promova propriile interese (p. 811).

Începînd din 1880, politica guvernamentală, în special politica externă și colonială, a fost dictată în mare măsură de tendința de acaparare a unei părți tot mai mari din piețele mondiale pentru produsele întreprinderilor monopoliste, îndeosebi pentru exportul unor mărfuri esențiale, ca oțelul și mașinile. Acesta este tabloul *imperialismului* — expus cîndva cu mîndrie, astăzi transformat într-o rușine și necesitînd tot felul de justificări. Într-o formă sau alta, sub firma

lui *Union Jack*¹ sau a lui *Stars and Stripes*², el rămîne forma dominantă a capitalismului.

Cu toate că monopolurile diferitelor țări au încheiat periodic convenții pentru împărțirea între ele a piețelor mondiale, aceste convenții nu au fost durabile, iar rivalitățile dintre aceste monopoluri au tins să se amplifice. De fiecare dată cînd împărțirea piețelor părea să nu mai corespundă forței reale a puterilor în cauză, singurul mijloc de a o modifica devenea forța armată. De aici s-au tras numeroasele războaie, mari și mici, care au bîntuit omenirea în ultimele șapte decenii. De altfel, războiul și pregătirile de război au reprezentat prin ele însele un deșeu considerabil pentru produsele celor mai puternice firme monopoliste din industria de oțel și cea chimică, cărora le-a adus un număr nelimitat de comenzi militare și fără prea multe tocmele privind prețul. Totuși, oricare au fost avantajele oferite de război monopoliştilor din țările învingătoare prin dobîndirea de noi piețe de desfacere, dificultatea fundamentală a desfacerii cu profit a produselor industriei rămîne aceeași, și numai crizele, de o violență nemaiîntîlnită în epocile anterioare, au constituit singura alternativă a războiului. Într-o anumită măsură, războiul rece a reprezentat un înlocuitor al crizei; însă, pe măsură ce se va trece la o perioadă de coexistență bazată pe întrecere pașnică, va deveni iarăși greu să se asigure producției realizarea de profituri.

Aceste scurte paragrafe pot servi ca o introducere la prezentarea fundalului politic și economic al epocii noastre. Se rezervă loc unei aprecieri critice mai ample, după discuția asupra științelor sociale, în capitolul 13 (p. 791 și urm.).

Locul științei și tehnicii în epoca monopolurilor

Strîngerea legăturilor dintre monopoluri, imperialism și război a mai avut ca urmare angajarea directă a guvernelor, a căror principală atribuție și principal sector de cheltuieli e înarmarea, în dezvoltarea armelor noi, care urmau a fi fabricate de marile firme monopoliste. Aceste arme — avioane cu reacție, proiectile ghidate și rachete balistice, bombe atomice și cu hidrogen — solicită o participare tot mai intensă a științei nu numai pentru inventarea lor, ci și la neîncetata lor perfecționare. În consecință, guvernele sînt atrase la o activitate de cercetare științifică și de perfecționare, care ia amploare într-un ritm extrem de rapid. Încă de pe acum cheltuielile pentru cercetări în scopuri militare întrec cu mult

¹ Steagul național englez. — *Nota. red.*

² Steagul Statelor Unite. — *Nota. red.*

nu numai pe cele destinate cercetărilor pur științifice, ci și pe cele destinate cercetărilor industriale (p. 594).

Naționalizarea industriilor a exercitat o influență cu totul neînsemnată asupra științei în comparație cu sarcinile militare pe care și le-a asumat aceasta. Faptul se explică prin aceea că, întrucât industriile naționalizate nu fuseseră rentabile ca întreprinderi particulare, în domeniul lor s-au făcut prea puține cercetări științifice, iar în prezent, după naționalizare, ele sînt lăsate aproape pe ultimul plan. Pe de altă parte, preluarea efectivă de către guverne, sub presiunea contractelor pentru cercetări în domeniul apărării, a gestiunii financiare a universităților în Anglia și chiar în citadela întreprinderii private, Statele Unite, a modificat considerabil situația cercetărilor științifice. Deși, deocamdată, controlul exercitat asupra cercetărilor științifice este, cel puțin în Anglia, destul de indirect, de fapt dirijarea generală a cercetărilor fundamentale a trecut acum în mâinile guvernelor. ^{6.7 : 6.11}

În timp ce aveau loc aceste procese de concentrare a puterii, capitaliștii independenți aflați în concurență, care dominau economia secolului al XIX-lea, au fost repede lichidați. Aceasta nu pentru că nu ar mai fi rămas loc și pentru omul mărunt. De fapt, necesitățile auxiliare ale puternicei industrii moderne oferă posibilități și nenumăraților subcontractanți și furnizori. Dispariția lor înseamnă mai curînd că importanța lor relativă a diminuat; ei depind de marile firme, au devenit clienți și și-au pierdut independența. O pierdere similară a poziției din trecut au înregistrat-o inventatorii și oamenii de știință amatori, care, începînd din secolul al XVII-lea, au jucat un rol atît de important în progresul științei. De acum înainte oamenii de știință ca și tehnicienii, împreună cu cei mai mulți dintre medici, au încetat să mai fie profesioniști în vechiul sens al cuvîntului, anume oameni care își practică profesiunea în schimbul unor onorarii sau care lucrează pe cont propriu, și au devenit funcționari sau conducători ai serviciilor guvernamentale ori ai marilor firme.

Această transformare, care s-a produs la început treptat, apoi foarte rapid în cursul și după al doilea război mondial, nu poate să nu exercite o profundă influență asupra atitudinii oamenilor de știință nu numai ca indivizi, dar și în ceea ce privește munca lor. Ea generează un conflict profund între dependența lor imediată de sursa lor de existență și răspunderea pe care o poartă pentru salvagardarea, progresul și utilizarea științei, problemă asupra căreia vom mai reveni (p. 901, 916 și urm.).

Știința în economia socialistă. Uniunea Sovietică

Pînă acum am analizat numai tendințele economice care au influențat știința în țările capitaliste. Dezvoltarea științei în Uniunea Sovietică și în alte țări care au pășit cu fermitate pe calea socialismului a fost cu totul diferită. Acolo, unde toate industriile importante au fost preluate de stat, unde nu sînt nici monopoluri, nici concurență, există o mișcare conștientă orientată spre dezvoltarea și folosirea deplină a științei. Aceasta nu s-a realizat prin subordonarea științei față de organizațiile industriale și agricole, care au luat acolo locul firmelor particulare, ci mai curînd prin folosirea și transformarea vechilor academii (p. 905), din societăți onorifice cum deveniseră, în centre active de cercetare științifică și de învățămînt superior. Grupăți în academii și în institutele acestora, înșiși oamenii de știință sînt cei care planifică această activitate, în scopul de a obține dezvoltarea cea mai rodnică a științei, ca atare, și a-și aduce contribuția maximă la utilizarea deplină a resurselor naturale și umane. Despre aceasta se va mai vorbi în legătură cu diferitele aspecte ale activității științifice (p. 581 și urm., p. 680 și urm., p. 839 și urm.). 6.10 ; 6.30 ; 6.54

Știința în China nouă

Ca element necesar în dezvoltarea materială și culturală a țării, științei i s-a acordat de la bun început cea mai înaltă prețuire. În primele etape, ea are în mod necesar un caracter predominant educativ. Se încearcă făurirea în decurs de cîteva decenii a unui corp de oameni de știință și de tehnicieni corespunzători cerințelor unui stat industrial modern. Deoarece țara nu poate să aștepte pînă atunci, pentru a-și valorifica resursele naturale și a-și construi o industrie grea proprie se depun eforturi speciale în direcția formării de geologi și metalurgiști pe scară mult mai largă, încă de pe acum, decît cea atinsă în țările capitaliste. În afară de secțiile de geologie ale vechilor universități, au fost create trei institute geologice principale cu o durată de studii de patru ani. Unul dintre ele, care are cîteva mii de studenți, ocupă palatul construit de japonezi la Cianciun pentru fostul împărat al Manciukoului. Separat de acesta există institute de mine și de tehnologie a petrolului. Studenți provenind de la aceste institute se află deja pe teren, în special în părțile apusene, efectiv neexplorate ale țării, unde au fost descoperite importante zăcămintele de cărbune, țitei, minereu de fier și alte minerale. 6.6a În același timp, munca de cercetare se dezvoltă activ sub controlul unei Academii chineze renăscute, care, ca și în Uniunea Sovietică, îmbină sarcina dezvoltării cercetărilor științifice fundamentale

cu slujirea necesităților economice ale țării. Încă de pe acum se desfășoară o muncă intensă și nu va trece mult pînă ce China va pași în primele rînduri ale științei mondiale.

Interacțiunile industriei și științei

Industria modernă este îmbibată de știință, și în anumite domenii, ca industria electrică și chimică, ea este în mare măsură o creație a științei. În consecință, acum nu mai este necesar să descriem caracterele specifice ale industriei și să arătăm apoi influența lor asupra gândirii științifice, așa cum am făcut pentru epocile precedente. Gradul de întrepătrundere a științei și industriei este acum prea mare. În capitolele ulterioare va fi suficient să încercăm să punem în lumină caracterul general al influenței tehnicii asupra științei și să ilustrăm anumite interacțiuni ale lor pe măsură ce ele apar.

Realizările tehnice ale secolului al XX-lea ne arată, încă de pe acum, că ne aflăm în prezența celei de-a doua sau, poate, a treia importante revoluții industriale (p. 600). Această comparație poate, totuși, să estompeze faptul că este vorba de o revoluție de un gen nou, în care cercetările științifice planificate iau din ce în ce mai mult locul inventivității individuale a mecanicilor. În afară de aceasta, în timp ce marea revoluție industrială s-a orientat în special spre producerea și transmiterea energiei, eliberîndu-i pe oameni, în principiu, de muncile fizice grele, revoluția secolului al XX-lea constă într-o mare măsură în înlocuirea îndemînării lucrătorului calificat prin mașini sau dispozitive electronice, urmînd să-l elibereze de povara muncilor monotone de birou sau de munca la mașina-unealtă.

Deși primul pas pe calea acestei revoluții l-a constituit crearea de automate și sisteme de reglaj, el a fost făcut foarte recent. Tendințele inițiale ale industriei secolului al XX-lea se situau mai mult pe linia dezvoltării și extinderii în noi domenii a mecanismelor secolului al XIX-lea. Factorul care a determinat orientarea tehnicii secolului al XX-lea l-a constituit rentabilitatea excepțională a mijloacelor de masă pentru transport, comunicație și distracție.

În domeniul transportului, posibilitatea apariției automobilului, tractorului și avionului a fost condiționată, în primul rînd, de existența motorului cu ardere internă, el însuși o realizare a secolului al XIX-lea. Astfel, în locul posibilităților greoaie și limitate oferite de transportul pe calea ferată, au apărut milioane de mici vehicule care asigură suplețea și mărirea razei de acțiune a deplasărilor, vehicule care pot răzbate peste tot și pot face orice.

Satisfacerea cererilor pe o piață mare, nouă și ieftină, a însemnat răspîndirea rapidă a metodelor de producție în masă. La rîndul ei, industria automobilelor și a construcției de motoare a reclamat extinderea considerabilă a producției de petrol, cauciuc, oțel și materiale plastice, care și-au aflat imediat o mulțime de alte întrebuințări. S-a dezvoltat o nouă industrie a construcțiilor de mașini, precum și o industrie ușoară, în care electricitatea generată prin centrale a luat locul mașinii cu abur staționare, ceea ce, o dată cu pătrunderea electricității în locuințe, a dus la crearea unei noi industrii electrice grele. Mai puțin importante din punct de vedere economic, însă mai demne de remarcat și reclamînd o participare mai mare a științei, au fost noile industrii de aparate electrice de comunicație — radioul și televiziunea —, precum și utilizarea fotografiei în presa de mare tiraj și în cinematografie.

Din păcate, acest bilanț nu poate fi încheiat cu utilizările pașnice ale tehnicii. Avionul a fost destinat, aproape chiar de la apariție, unor scopuri în primul rînd militare, aviației civile nerămînîndu-i decît fărîmiturile. Războiului i se datoresc și perfecționările multilaterale ale electronicii aplicată la telecomunicații și la radar, precum și realizările aducătoare de moarte din domeniul utilizării energiei atomice.

La baza producției de aparate mecanice și electrice a stat creșterea rapidă, deși mult mai puțin vizibilă a unei noi industrii chimice științifice atotcuprinzătoare, producînd orice, de la îngrășăminte artificiale la preparate antiseptice, de la nailon la antibiotice. Ea era pregătită să producă substanțe explozibile și gaze toxice în scopuri militare, devenind acum un pilon al producției de arme și de energie atomică.

Energia și controlul

Producția științifică atît de variată, de ajutorul căreia ne folosim din ce în ce mai frecvent în viața de toate zilele, depinde într-o largă măsură de folosirea a două noi principii tehnice, foarte generale și extrem de importante. Primul este disponibilitatea de *energie* în cantități corespunzătoare, în locul precis în care este necesară, fie că este vorba să bați în bucătărie un ou, să elaborezi o șarjă de 20 de tone într-o fabrică sau să tai un arbore în pădurile îndepărtate. Această deservire, pe care o asigură fie rețelele de centrale electrice, fie nelipsitul motor cu benzină, este una dintre cauzele care au făcut ca în cursul ultimelor cinci decenii productivitatea pe om-oră să crească în Statele Unite de cinci ori.

Al doilea principiu care în viitor va căpăta, probabil, o importanță și mai mare, este conducerea precisă și tot mai

automată a tuturor operațiilor industriale, fie mecanice, fie chimice. Multe uzine chimice au și fost în întregime automatizate, toate variațiile regimului de lucru fiind controlate prin dispozitive electronice. Procesul de fabricație și operațiile de asamblare în construcția de mașini se orientează net pe aceeași cale. Împreună, aceste două principii reprezintă un izvor de forță și de precizie în neîncetată creștere, pe care știința îl oferă ansamblului proceselor industriale, completînd și prelungind astfel, fără limită, sfera de acțiune a brațului și a creierului lucrătorului manual. Primul dintre cei doi factori reprezintă numai o extindere a energiei mecanice a revoluției industriale. Al doilea reprezintă ceva cu totul nou, respectiv o extindere a simțurilor, nervilor și creierului omului cu ajutorul electricității, iar grație infinitei serii de combinații pe care le poate oferi e imposibil să nu producă efecte materiale și sociale mult mai mari decît s-a putut prevedea (p. 600).

Acești factori încep acum să se facă simțiți. Pe scenă au apărut energia atomică și automatizarea. În stadiile precedente, schimbările importante s-au datorat măririi și concentrării fabricilor și uzinelor. Tocmai această împrejurare a permis sporirea numărului laboratoarelor de cercetări industriale, începînd cu simplele ateliere de experimentare și terminînd cu cele care au un nivel apropiat de nivelul laboratoarelor universitare. Ceea ce avea loc în ultima parte a secolului al XIX-lea în mod cu totul excepțional (p. 404) a devenit astăzi regulă. Știința și-a dobîndit în industrie un loc bine determinat, iar acest fapt, împreună cu dezvoltarea laboratoarelor similare aparținînd statului, face ca acțiunea reciprocă dintre știință și procesele de producție în general să devină acum mult mai strînsă și mult mai importantă. Fără îndoială, această interacțiune a devenit în secolul al XX-lea ceva cu totul diferit de ceea ce a fost în epocile precedente; ea se desfășoară pe o scară mai largă, este mult mai rapidă și capătă caracterul unei interacțiuni pe deplin conștiente.

Proporțiile progresului științific

Proporțiile efortului științific au crescut enorm în secolul al XX-lea. În 1896 existau în întreaga lume aproximativ 50 000 de oameni care purtau făclia științei, dintre care nu mai mult de 15 000 contribuiau efectiv la dezvoltarea cunoașterii prin cercetări științifice. După 58 de ani există cel puțin 400 000 de cercetători științifici activi, iar numărul total al oamenilor de știință care lucrează în industrie, instituții publice și învățămînt este aproape imposibil de stabilit cu precizie, dar probabil că se ridică pînă la aproape

2 000 000. Cheltuielile pentru activitatea științifică au crescut într-o proporție mult mai mare, de la mai puțin de o jumătate de milion la aproape două miliarde de lire sterline, ceea ce, ținând seama de schimbarea cursului monedei, reprezintă o creștere de 400 de ori. Aceasta înseamnă un ritm mediu al creșterii de 10% pe an.⁸⁻⁵⁴ Ritmul de creștere în ultimii cinci ani a fost mult mai mare, ridicându-se pînă la 25% (p. 595). Asemenea ritmuri sînt mult mai ridicate decît ale oricărei alte activități a societății, depășind chiar și pe acela al cheltuielilor militare. Totuși, știința rămîne încă mult în urmă, deoarece, deși aproape 90% din cheltuielile științifice sînt afectate unor cercetări și perfecționări cu destinație militară, aceste 90 de procente reprezintă numai 12% din suma totală a cheltuielilor militare.

Un asemenea ritm de creștere denotă mai mult decît o simplă schimbare de proporții; el este în sine indiciul unei modificări profunde petrecute în caracterul științei și în relațiile ei cu societatea. Această modificare ne este indicată prin numeroase aspecte din cadrul științei și prin dependența în continuă creștere a industriei și a statului față de știință. Dependența aceasta a devenit absolut reciprocă. Nu numai costul total al cercetărilor științifice a crescut peste măsură, ci și costul diferitelor ei componente. Chiar lăsînd la o parte aparatele care costă multe milioane de dolari, indispensabile acum în numeroase domenii ale cercetărilor fizice, cheltuielile obișnuite de laborator depășesc bugetul oricărui om, exceptînd pe cei extrem de bogați, și chiar bugetul celor mai multe institute de învățămînt, știința fiind astfel silită să depindă de marile grupuri financiare sau de guvern.

O altă trăsătură esențială a acestei modificări este schimbarea repartiției geografice a științei. În 1896 întreaga știință mondială se concentra, de fapt, în Germania, Anglia și Franța, celelalte centre științifice din Europa și din America reprezentînd filiale locale auxiliare ale științei acestor țări, iar în Asia și Africa activitatea științifică fiind relativ puțin dezvoltată. Dacă ne referim la situația din 1954, știința se dezvoltase considerabil, deși inegal, și în vechile centre, dar această creștere a fost cu totul eclipsată de uriașa dezvoltare a științei care a avut loc în Statele Unite și în Uniunea Sovietică. Japonia, India și China aduc în prezent contribuții substanțiale la progresul științific, iar țările coloniale abia așteaptă înlăturarea restricțiilor imperialiste pentru a realiza un avînt al științei.

În momentul de față are loc procesul formării unei științe mondiale, a unei științe legate conștient, de la bun început, de dezvoltarea producției industriale și agricole. Trebuie observat de asemenea că, deși filozofia științei se deosebește profund în

țările socialiste de aceea din țările capitaliste, așa cum se deosebesc și principalele destinații care se dau științei, amîndouă tipurile de sisteme au ajuns să resimtă din ce în ce mai imperios nevoia de știință.

Rapiditatea aplicării descoperirilor științifice

A treia caracteristică a științei secolului al XX-lea este aplicarea mult mai imediată și mai rapidă a descoperirilor științifice. Deși este adevărat că știința pe care se bazează cea mai mare parte a tehnicii secolului al XX-lea în domeniul producției de energie, de electricitate și chimice a rămas încă știința secolului precedent, invenții depinzînd în întregime de descoperirile cele mai recente și-au pus amprenta asupra vieții în societatea omenească, avînd în cadrul ei un rol deși restrîns, totuși impresionant. Radarul și televiziunea, materialele plastice și fibrele artificiale, vitaminele sintetice, hormonii și antibioticele reprezintă în ansamblu doar primele mostre a ceea ce va aduce marea revoluție științifică a secolului al XX-lea, dar o dată cu aceasta, dacă nu vom avea grijă, va aduce folosirea pe scară mare a bombelor atomice și cu hidrogen, a substanțelor nocive radioactive și bacteriologice. Acestea sînt numai ilustrări ale unui principiu mai important decît toate celelalte luate împreună, acela al posibilității universale de a folosi științele naturii, imediat sau cu o întîrziere de cîteva luni sau cel mult de cîteva ani, în punerea și rezolvarea oricărei probleme de viață practică. Ceea ce a avut loc în secolul al XIX-lea aproape din întîmplare sau a fost înfăptuit de geniul și forța de caracter a unui inventator izolat ca Bessemer, ori a unui om de știință preocupat de binele public ca Pasteur reprezintă astăzi un mod unanim recunoscut și aproape obișnuit de abordare a problemelor industriale, agricole sau ale sănătății publice.

De fapt, acum am ajuns la un stadiu în care a lăsa, ca în trecut, rezolvarea unor asemenea probleme pe seama întîmplării sau diletantismului ar fi absurd și, evident, păgubitor. Cercetarea și perfecționarea au devenit preocupări recunoscute, concentrate în instituții care se dezvoltă cu rapiditate. Astăzi știința se împletește cu industria într-un mod intim și operativ, lărgindu-și prin aceasta cadrul și transformîndu-se. Dar dezvoltarea științei nu s-a oprit aici. Proporțiile tot mai mari ale aplicațiilor științei și cerințele presante pe care i le adresează războiul și pregătirile de război au legat știința tot mai strîns de stat, în timp ce în noile țări socialiste știința este de la bun început în mod necesar chemată să participe la toate planurile constructive. Tocmai din această experiență a științei a apărut o nouă conștiință a forței ei ca factor de transformare socială.

Însăși existența societății moderne a ajuns să depindă de știință. În acest secol începem să asistăm la realizarea nădejdelor oamenilor din secolul al XVII-lea, ca Descartes, care declarase că prin știință putem deveni „stăpîni și posesori ai naturii“ (p. 310).

Astăzi am atins stadiul culminant al revoluției începute cu 400 de ani în urmă de oameni ca Descartes. Este o revoluție comparabilă ca importanță cu cea care a dat naștere primelor societăți omenești; prin perspectivele nemărginite pe care le oferă, ea este mai importantă chiar decît revoluția care a urmat inventării agriculturii. Acum apare clar că omul este în măsură să realizeze condiții care să-i permită să controleze mediul material înconjurător prin folosirea conștientă a științei. El se poate pune la adăpost de lipsuri, poate lichida truda abrutizantă și, în scurt timp, va putea micșora calamitățile aduse de boli. Acum apare clar că realizarea acestor perspective depinde numai de capacitatea omului de a transforma structura socială astfel încît să asigure colaborarea necesară pentru atingerea acestor țeluri și înfrîngerea forțelor care se opun. În felul acesta, știința societății omenești și a legilor transformării ei începe să ocupe locul central în determinarea viitorului omenirii.

Puterea științei de a influența viața omului în bine sau în rău nu mai poate fi contestată cu seriozitate. Problema care se pune acum este mai curînd aceea a găsirii mijloacelor de a îndruma știința spre scopuri constructive și nu distructive. Aceasta este însă o problemă mult mai importantă decît oricare alta care se pune în ramurile științei pe care le examinăm aici. Vom reveni asupra ei la sfîrșitul cap. 14, cînd va putea fi privită în lumina considerațiilor făcute asupra științelor fizice, biologice și sociale. Acum este suficient să analizăm problema mai imediată și mai practică a utilizării cît mai rapide a realizărilor științei sau a mijloacelor de a lichida breșa dintre ideile științifice și utilizarea lor practică. Această breșă, care a fost foarte mare în secolul al XIX-lea, a existat datorită unor cauze economice, în primul rînd, și nu tehnice (p. 444). A fost nevoie de condițiile anormale ale celor două mari războaie mondiale pentru a dovedi practic că această breșă poate fi strîmtată și pentru a arăta modul în care acest lucru se poate realiza chiar în timp de pace.

Efectele războiului asupra științei și oamenilor de știință

Primul război mondial, căruia i se datorește dezvoltarea aviației de bombardament, a tancurilor și a gazelor toxice, a constituit o lecție neînchipuit de amară, arătînd ce poate

să înfăptuiască știința în timp de război. Contactul direct al oamenilor de știință cu practicienii, împreună cu impulsul dat de necesitățile militare și de relativa lipsă de restricții în materie de fonduri, a impus înțelegerea faptului că nu este nevoie să treacă ani îndelungați pînă ce treptat, pas cu pas, prin experiențe și verificări, să se poată aplica o anumită idee în producție. O dată învățată, această lecție a fost în bună parte uitată, după cum stă mărturie ritmul lent de dezvoltare, în perioada dintre cele două războaie, a unor invenții atît de promițătoare ca motorul cu reacție (p. 573) și televiziunea (p. 554). A fost nevoie de-al doilea război mondial pentru ca această lecție să fie însușită și aplicată practic. Prima dovadă spectaculoasă a însușirii acestor învățăminte a constituit-o producerea bombei atomice, care s-a dezvoltat — cu cheltuirea unor fonduri mai mari decît toate cîte le folosisc știința în întregul curs al istoriei omenirii pînă atunci (p. 543 și urm.) — din descoperirea științifică, în 1938, a efectului abia perceptibil al fisiunii atomice, pînă la monstruoșitatea ucigătoare din 1945.

Știința și planificarea

Războiul a oferit cel mai impunător exemplu de folosire conștientă a științei în secolul al XX-lea. Această metodă nouă, de rezolvare coordonată a problemelor, a început să fie folosită în toate domeniile industriei și agriculturii. Noua societate socialistă, căreia i-a dat naștere revoluția din 1917, a aplicat de la bun început această metodă. Industria, agricultura, medicina și chiar știința au început să fie planificate în loc să fie lăsate în voia unei dezvoltări întâmplătoare. Cu toată atitudinea lor de dezaprobare fățișă, industriașii și guvernele din toate țările capitaliste au început să copieze Uniunea Sovietică în tendința de planificare. În lumina experienței succeselor și eșecurilor, a devenit evident că aplicațiile științei nu survin de la sine, că mai întîi trebuie să se descopere necesitățile oamenilor, iar după aceasta este nevoie de un efort științific conștient și planificat pentru a se găsi mijloacele satisfacerii lor. Această apariție a conștiinței funcțiunii științei a fost una dintre trăsăturile cele mai caracteristice ale revoluției sociale din secolul al XX-lea. Ea a corespuns unei revoluții tot atît de cuprinzătoare, dar deocamdată încă incomplete, produsă chiar înăuntrul științei.

Marile și dramaticele evenimente ale epocii — crizele, războaiele și revoluția —, indiferent de semnificația pe care au avut-o în determinarea scopurilor principale ale utili-

zării științei și tehnicii, au fost, după cum știm cu toții, pe deplin compatibile cu o nouă înflorire a științei. Torentul noilor descoperiri și invenții, profunzimea și varietatea noilor teorii științifice nu sînt, cu toată noutatea pe care o prezintă, decît o continuare a mișcării interioare a experienței și gîndirii științifice, care se află în neîncetat progres încă din epoca Renașterii. Natura profundă a progresului științei în epoca noastră poate fi explicată prin cauze izvorîte din istoria internă a științei, deși chiar și aici influența factorilor externi a fost adesea importantă. Cu toate acestea, *amplourea* și *ritmul* fără precedent ale întregii mișcări sînt legate direct de factori tehnici și economici, ceea ce e valabil și cu privire la *strategia* generală a progresului și la eforturile consacrate diferitelor domenii științifice (p. 923).

Știința devine rentabilă

Faptul important și hotărîtor este că, începînd din ultimul deceniu al secolului al XIX-lea, iar în cursul primului și celui de-al doilea război mondial într-un ritm și mai rapid, știința a început să devină rentabilă. Ea a devenit, în mod pe deplin conștient și nemijlocit, ceea ce fusese vreme îndelungată în mod inconștient și întîmplător, și anume o parte esențială a producției. Știința a ajuns să reprezinte un domeniu în care este rentabil să se facă investiții, fie direct, prin înființarea de laboratoare de cercetări științifice, fie indirect, prin subvenționarea universităților, unde se pot instrui cei care urmează să lucreze în aceste laboratoare și unde se pot efectua cercetări fundamentale, de însemnătate generală.

În decurs de 50 de ani a survenit o schimbare fundamentală în poziția pe care o ocupa știința în societate și în care se pot deosebi trei etape: la începutul perioadei, în ultimul deceniu al secolului al XIX-lea, ne aflăm încă în era științei *private*, știința micului laborator al profesorului sau a cămăruței doasnice a inventatorului. Etapa următoare, care începe să se facă simțită între 1920 și 1930, este era științei *industriale*, a laboratorului de cercetări științifice care cheltuia anual cîteva zeci de mii de lire sterline, a facultăților de pe lîngă diversele universități, extinse în mod corespunzător, precum și a institutelor de cercetări științifice, care acum sînt subvenționate. A treia etapă, care a apărut mai întîi în Uniunea Sovietică, însă a devenit universală în cursul celui de-al doilea război mondial, reprezintă etapa științei *etatizate*, în care cheltuielile pentru cer-

cetări și perfecționări se ridică la sute de milioane de lire sterline, iar stabilimentele necesare pentru adăpostirea oamenilor și a utilajului respectiv sînt de mărimea orașelor. Astfel de laboratoare pot fi subvenționate numai de stat, dar se poate recurge și la ajutorul firmelor monopoliste, ale căror drepturi le conferă puteri aproape statale, spre a se obține aceste fonduri prin contracte încheiate cu ele pentru cercetări științifice și perfecționări.

Fiecărei noi creșteri a amplitudinii acestei activități i-a corespuns o creștere a sferei de aplicare a științei. În prima etapă, știința era chemată să asigure perfecționări de amănunt și să elaboreze mici dispozitive. În a doua etapă, rolul ei consta în deservirea unei întregi industrii științifice noi: industria radiofoniei sau a medicamentelor complexe. În a treia etapă, știința pătrunde în întreprinderile cele mai importante: acelea ale producției pentru război, care reprezintă centrul principal al activității statului capitalist; de asemenea ea participă la marile proiecte socialiste de construcții și de transformare a naturii.

Știința și viața de fiecare zi

Simultan cu această expansiune a efortului științific a avut loc pătrunderea științei în procesele industriei și în mecanismul vieții de fiecare zi. Știința devine tot mai utilă și în același timp mai accesibilă. Fiecare fază a industriei și a agriculturii este acum impregnată de știință, iar acest proces capătă un caracter din ce în ce mai conștient. Sînt folosite instrumente științifice, iar în fabrici și pe ogoare, concepțiile științifice iau locul străvechilor tradiții.

Aceeași tendință se face acum simțită și în viața cotidiană. Nu numai că invențiile științifice cele mai complexe, cum este televiziunea, devin ceva obișnuit, dar produsele și ideile științei își fac loc și în activitățile cotidiene tradiționale: gătitul și spălatul, îngrijirea copiilor, menținerea sănătății și a frumuseții. Nici chiar înșelăciunile și exagerările reclamei nu au reușit să împiedice răspîndirea unui interes nou, profund și serios pentru știință, care, la rîndul său, constituie un puternic stimulent de orientare a științei spre domenii practice. Piața de desfacere a produselor științifice de uz cotidian devine o sursă importantă de profit, contribuind la dezvoltarea cercetărilor științifice, iar interesul obștesc pentru știință a dat naștere unei noi profesii, *ziaristica științifică*, precum și unei *literaturi științifice-fantastice*, citite cu aviditate.

Strategia progresului științific

Considerațiile generale precedente, deși contribuie într-o oarecare măsură la explicarea creșterii rapide a proporțiilor și ritmului dezvoltării științei în secolul nostru, trebuie detaliate și aprofundate înainte de a putea examina temeinic diferitele orientări pe care le-a urmat progresul științific. Necesitățile economice au avut un efect imediat asupra progresului anumitor științe, numai în unele cazuri lipsite de importanță majoră din punct de vedere științific. Un exemplu ni-l dă dependența studiului electricității atmosferice de dezvoltarea telegrafiei fără fir și, ca urmare, aplicarea principiilor reflexiei în radiolocație (p. 553). Mai frecvent, impulsul a fost dat de realizările interne ale științelor, iar acestea au înflorit pretutindeni unde aceste realizări au găsit aplicații întinse și rentabile în timp de război sau de pace. Ca exemple pot servi vastele cercetări din domeniul antibioticelor, care au fost inițiate după izolarea penicilinei (p. 656), și din domeniul bombei atomice, după descoperirea fisiunii nucleare (p. 543). Acest tip de relații între știință și societate, care a existat încă în perioadele precedente, a fost descris mai înainte. Ceea ce caracterizează secolul al XX-lea sînt atît proporțiile considerabile ale activității industriale bazate pe știință, cît și rapiditatea interacțiunilor dintre progresul științific și cel tehnic. În capitolele următoare vom arăta în linii generale ce au reprezentat unele dintre aceste interacțiuni.

Reacția oamenilor de știință față de evenimentele istorice

Pentru a explica natura și spiritul progresului realizat de știință în secolul al XX-lea, nu sînt totuși suficiente efectele dezvoltării ei interne și acțiunea factorilor tehnici și economici, nici chiar dacă le considerăm împreună. Trebuie să acordăm o mare însemnătate și influenței pe care au exercitat-o asupra gîndirii oamenilor de știință marile evenimente în miezul cărora au trăit, ca și problemele materiale și morale pe care le ridica în fața fiecăruia participarea din ce în ce mai activă la desfășurarea acestor evenimente, cu responsabilitatea respectivă. Aceste influențe au avut un caracter general și nu specific, astfel că nu este cu putință să li se atribuie anumite progrese ale științei. Totuși, ele au contribuit la atragerea oamenilor de știință spre unele domenii mai puțin agreate ale științei, cum erau fizica nucleară sau microbiologia, ori la îndepărtarea lor de ele în măsura în care acestea s-au identificat cu armele atomice sau bacteriologice.

Reacția predominantă a oamenilor de știință a fost de a bara accesul faptelor alarmante la propria lor conștiință, dar însuși acest proces însemna orientarea preocupărilor lor științifice într-o direcție mai abstractă, sau, cum spuneau ei, pur științifică. Faptul că anumiți oameni de știință insistau tot mai vehement asupra purității și libertății științei constituie, prin el însuși, o indicație a unei conștiințe frământate de consecințele sociale ale activității lor și de efectele transformărilor sociale asupra viitorului științei însăși (p. 916 și urm.). Pe de altă parte, un număr mic, însă în neconținută creștere, de oameni de știință au privit și au salutat cu satisfacție răsturnarea vechii ordini și au înțeles în ce fel poate fi știința o forță eliberatoare atât prin efectele ei indirecte, prin transformarea industriei, cât și direct, lărgind orizontul tuturor oamenilor și oferindu-le posibilități sporite de a-și realiza capacitățile. Ca un rezultat al acestor tendințe divergente, știința a fost sfîșiată de conflicte, însă s-ar putea ca însuși acest fapt să fi contribuit la progresul ei, întrucît știința s-a dezvoltat întotdeauna pe baza criticii, iar în secolul al XX-lea, mai ales, nici o teorie sau dogmă nu a rămas intactă. Știința a fost supusă unor atacuri dinăuntrul ei, ca urmare a propriilor ei inconsecvențe, și din afară, ca urmare a participării tot mai largi a oamenilor de știință la luptele economice și politice ale vremii.

Regimul nazist

Cu toate zguduiriile provocate de primul război mondial, pînă în 1933, oamenii de știință ca atare s-au bucurat, pe plan național și internațional, de o poziție sigură și, într-o anumită măsură, privilegiată. Se considera că activitatea lor, îndreptată spre stabilirea adevărului și spre binele omenirii, îi situa deasupra conflictelor obișnuite dintre state și clase. O dată cu venirea la putere a lui Hitler, ei au fost loviți de primul val de persecuții, bazate ele înseși pe o denaturare a științei, similară aceleia care fusese folosită odinioară pentru justificarea prejudecăților religioase. Inspirîndu-se din teoriile lor rasiale, naziștii au lovit mai întîi în mijloacele de existență, iar apoi și în concepțiile oamenilor de știință evrei; de aceea în multe țări au apărut remarcabili oameni de știință refugiați, care aduceau cu ei știința lor prețioasă, precum și ceva din filozofia și din prejudecățile intelectualilor germani.

Doisprezece ani de putere nazistă, culminînd printr-un război distrugător și prin exterminarea dementă cu metode științifice a zeci de milioane de oameni fără apărare,

ar fi trebuit să ajungă pentru a dovedi oamenilor de știință, nu mai puțin decât celorlalți, primejdiile legate de lăcomia zămintă a capitalismului, ca și necesitatea luării de măsuri pentru a se preveni repetarea lor. Dar înseși proporțiile uriașe ale dezastrelor și temerile de viitor cărora le-au dat naștere și la care s-au adăugat măsurile de securitate și de verificare a lealității cetățenilor au exercitat o influență paralizantă asupra majorității oamenilor de știință din țările capitaliste. Ei s-au văzut făcând parte dintr-o uriașă mașină, conștienți de ceea ce putea face această mașină, dar lipsiți de puterea de a-i opri mersul. Atitudinea conformistă, de care s-a debarasat numai o minoritate, nu poate fi limitată numai la problemele politice sau economice; ea a influențat în mod inevitabil și caracterul gândirii științifice, făcând-o din toate punctele de vedere mai prudentă, mai vagă și mai mistică, iar mai presus de orice pesimistă.

Oamenii de știință în lumea socialistă

Atitudinea oamenilor de știință din țările socialiste s-a polarizat, grație experienței dobândite, într-o direcție diferită. Pe de o parte, ei au suferit de pe urma necruțătoarelor distrugerii din Europa și din Asia, care au nimicit roadele multor ani de eforturi și de sacrificii grele. Ei au ajuns să-și dea seama din proprie experiență de ura neputincioasă pe care le-o nutreau conducătorii lumii capitaliste. Pe de altă parte, oamenii de știință din țările socialiste au fost însuflețiți de entuziasmul și de capacitatea de refacere și înnoire de care au dat dovadă popoarele țărilor devastate, ca și de perspectivele sigure, în condițiile menținerii păcii, ale unor realizări și mai mari decât cele anterioare. Unul dintre efectele acestei stări de lucruri a fost apariția unei atitudini critice, adesea violent critice, față de toate aspectele științei, atât teoretice, cât și practice, care păreau asociate cu caracterul distructiv și mărginit al capitalismului. În același timp, ea a făcut să se nască o încredere fermă în capacitatea minții omenești de a cunoaște și a subordona natura, încredere care respingea dinainte orice limitări intrinsece. Această atitudine și-a găsit expresia pozitivă într-o serioasă activitate științifică constructivă. Ea a dus însă și la unele rezultate negative, regretabile. Un spirit dogmatic s-a răspândit în știința din Uniunea Sovietică exercitând o influență și în celelalte țări socialiste, parte datorită încordării pe plan extern, parte anumitor abuzuri de pe vremea lui Stalin (p. 844 și urm.). S-a ajuns astfel la controverse, dintre care aceea cu privire la gene-

tică va fi analizată ulterior. Toate acestea au avut efecte dăunătoare asupra științei sovietice și au îndepărtat de ea pe mulți oameni de știință din străinătate. Aceleași tendințe au dus la o supraapreciere a realizărilor naționale ale Uniunii Sovietice și la subaprecierea corespunzătoare a realizărilor științifice din țările capitaliste. Totuși, aceste tendințe, așa cum reiese în momentul de față, au fost aberații temporare ale perioadei războiului rece, fiind în simțitoare descreștere în actuala atmosferă de destindere. Contactele științifice, pe bază de reciprocitate, dintre țările capitaliste și cele socialiste devin din ce în ce mai frecvente, în special în domeniul deosebit de important al energiei atomice. Aceasta nu înseamnă că nu au mai rămas probleme controversate. Totuși, divergențele nu mai apar în domeniul științei propriu-zise, unde apelul la logică și experiment asigură înțelegerea provizorie necesară, ci mai curând în acela al interpretării filozofice, unde influențele ideologice de origine socială și istorică joacă un rol mai însemnat. Deși experiențele diferite ale diverselor culturi fac să apară idei contradictorii cu privire la natura și la țelul științei, conflictul dintre aceste idei poate arunca lumină asupra forțelor care stau la baza unei lumi în rapidă transformare.

Fazele transformării din secolul al XX-lea

Modul în care s-a produs acțiunea reciprocă dintre factorii economici și politici, pe de o parte, și dezvoltarea științei, pe de altă parte, va deveni mai clar și mai concret când va fi examinat în legătură cu progresul diferitelor ramuri ale științei, ceea ce vom încerca să facem în capitolele următoare. Fără îndoială, această tratare întrerupe succesiunea cronologică, însă știința a devenit atât de multilaterală și înaintază cu atîta rapiditate, încît prejudiciul va fi mai mic astfel decît dacă am încerca să împărțim perioada în mai multe subperioade și să analizăm, așa cum am făcut în capitolele precedente, progresul întregii științe în fiecare subperioadă. Evenimentele sînt însă atât de recente și de proaspete în mintea celor mai mulți dintre cititorii acestei cărți, încît va fi suficient să le recapitulăm mai întîi foarte pe scurt, iar apoi să atragem atenția asupra lor în fiecare secțiune pe măsură ce se ivesc. Aceasta este cu atît mai ușor, cu cît epoca noastră, poate mai mult decît oricare alta din istoria omenirii, este străbătută de demarări precise, care delimitează faze bine determinate, avînd fiecare trăsături caracteristice. Cele două mari războaie, cu revoluțiile care le-au urmat, pun în umbră perioada de la

începutul secolului. Ele reprezintă evenimente importante atât în știință, cât și în istoria omenirii.

Înainte de primul război mondial, capitalismul, dominant în întreaga lume, ajunsese la ultimul său stadiu : epoca imperialismului, bogată, și la început relativ pașnică, însă din ce în ce mai frământată. În perioada dintre cele două războaie mondiale au avut loc instaurarea Uniunii Sovietice ca o unitate economică viabilă, precum și marea criză economică a capitalismului, a cărei consecință a fost nazismul. După al doilea război mondial și victoria mișcărilor de eliberare din Europa și din Asia, reacțiunea și-a regrupat forțele și a declarat „războiul rece”. În prezent, această perioadă cedează locul uneia de coexistență pașnică a celor două sisteme, ca rezultat al impasului în care a intrat problema energiei nucleare și al categoriceii împotriviri a popoarelor lumii față de atragerea lor într-un alt război, și mai distrugător (p. 792—794). Totuși, atîta vreme cît există în lume două lagăre ostile și înarmate, iar arma atomică nu a fost interzisă, nu se poate afirma cu certitudine că pericolul războiului a fost înlăturat. Aceste transformări, alături de intrarea tumultuoasă pe arena mondială a popoarelor slab dezvoltate și a celor eliberate de sub jugul colonial, arată că o nouă fază de transformare generală a societății a fost categoric inaugurată.

Urmărind amănunțit interacțiunile dintre știință și societate, va fi suficient să avem prezent în minte caracterul general al diferitelor perioade și să nu uităm totodată că, începînd din 1917, trebuie să luăm în considerare existența a două economii mondiale, iar începînd din 1945 intră pe arena mondială popoarele Asiei și ale altor țări slab dezvoltate.

În următoarele patru capitole este analizat succesiv progresul științelor fizice, biologice și sociale. Expunerea este în mod necesar diferită în fiecare caz în parte. În secolul al XX-lea, în domeniul științelor fizice, care sînt prezentate în cap. 10, s-a petrecut o revoluție tot atît de importantă și mult mai rapidă decît marea revoluție din secolul al XVII-lea. Această revoluție a sporit considerabil importanța științelor fizice ca mijloc de înțelegere nu numai a fizicii, ci, în general, a oricărui domeniu științific. Pe de altă parte, biologia, după cum se va arăta în cap. 11, s-a transformat aproape radical, însă această transformare s-a caracterizat mai curînd printr-o expansiune multilaterală decît prin vreun salt brusc. Această transformare s-a produs în cea mai mare măsură datorită unor influențe din afară, cu ajutorul unor noi metode tehnice, prin idei și explicații noi provenite de la alte științe, sub presiunea

noilor probleme ridicate de agricultura și de medicina în plină dezvoltare.

Situația științelor sociale ține de altă categorie. Sarcina pe care și-a propus-o această carte în legătură cu științele naturii a fost aceea de a releva influența factorilor sociali și economici și a împletirii lor asupra unei sfere de cunoștințe care oglindesc o natură independentă în mare măsură de societatea umană. Pe de altă parte, în științele sociale, în care este oglindită însăși societatea umană, problema constă în a desprinde fiecare fragment de realitate obiectivă din țesătura de tradiții venerabile și teorii noi, care în mod conștient sau inconștient slujesc la perpetuarea dominației celor bogați. Din această cauză, expunerea asupra științelor sociale trebuie să fie aici mult mai amplă, iar incursiunea pe care o vom face în istorie mult mai profundă. Ea nu se poate limita, ca în cazul științelor fizice, și biologice, la secolul al XX-lea. În consecință, științele sociale sînt analizate în două capitole separate. Primul dintre ele, cap. 12, se ocupă de natura generală a științelor sociale și de istoria lor anterioară secolului al XX-lea, iar cap. 13 va completa expunerea pînă în zilele noastre.

CAPITOLUL AL 10-LEA

ȘTIINȚELE FIZICE ÎN SECOLUL AL XX-LEA

10. 0. Introducere

Acest capitol este consacrat unei secțiuni ample a științei moderne, care în liniile cele mai generale poate fi denumită științele fizice, termen prin care se subînțeleg și procedeele tehnice bazate pe ele. Ele alcătuiesc o categorie care poate fi definită mai bine prin eliminare decât prin enumerare, precizînd că nu conține studiul ființelor vii sau al produselor lor ca atare. De exemplu, studiul cărbunelui, în calitate de combustibil sau ca sursă pentru obținerea de produse chimice, face parte, de fapt, din științele fizice; în schimb, studiul formării cărbunelui și al semnificației pe care o are în elucidarea condițiilor existente cîndva în pădurile carbonifere aparține științelor biologice. Unitatea științelor fizice este asigurată prin abordarea generală, cantitativă a problemelor, deși descrierea calitativă mai predomină încă în bună măsură în domeniul științelor cosmologice: astronomia și geologia. Această unitate, amenințată în secolul trecut de tendințele diviziunii pe specialități, a fost consolidată printr-o vastă sferă de noi observații, prin teoria atomului și aceea a cuantelor. Vechile subîmpărțiri principale în fizică, chimie și cosmologie rămîn încă valabile, însă astăzi ele sînt considerate numai ca subîmpărțiri de uz practic; imaginea lor fundamentală despre materie este aceeași. De aceea, în expunerea asupra științelor fizice trebuie să dăm înțîietate dezvoltării fizicii atomice, ținînd seama atît de importanța ei absolută, cît și de faptul că descoperirea ei inițială și aprofundarea ulterioară s-au petrecut aproape în întregime în secolul nostru.

Revoluția care se petrece în fizică în secolul al XX-lea a provocat în mod inevitabil o rupere a continuității dintre știință și tehnică, mai accentuată decât în oricare altă perioadă precedentă, cu toate că decalajul dintre teorie și practică se micșorase mult. Produsele de bază ale tehnicii, chiar și cele relativ noi, ca automobilul și avionul, precum și metodele folosite în construcția acestora, în special în producția lor de masă, se mai bazează încă pe știința secolului al XIX-lea și nu pe aceea a secolului nostru. Cu trecerea vremii, decalajul se micșorează din ce în ce mai repede, sau, mai bine-zis, face ocolul întregii sfere de procese industriale, pe măsură ce metodele bazate pe noile cunoștințe din domeniul fizicii — mai întâi din acela al electronicii, apoi al fizicii nucleare — pătrund în industriile mai vechi și creează altele noi, ca producția de aparaturi pentru televiziune și de energie atomică. Existența acestui decalaj dintre știință și tehnică împreună cu transformarea activă care se petrece în industrie constituie una dintre cauzele care face să apară indicat ca în acest capitol să se modifice ordinea de expunere folosită în capitolele precedente și să se analizeze dezvoltarea științifică înaintea celei tehnice. O altă cauză, mult mai importantă, prima fiind de fapt o consecință a acesteia, constă în inversarea rapidă ce se produce în secolul al XX-lea în relațiile dintre știință și tehnică. Știința urmează din ce în ce mai puțin tehnica, iar tehnica urmează din ce în ce mai mult știința.

Așa fiind, acest capitol va începe cu o analiză (10.1, 10.2, 10.3) a marii revoluții petrecute în fizică și a unora dintre repercusiunile ei tehnice directe în domeniul energiei atomice și al celei electronice (10.4). Aceasta ne va conduce la analiza influenței exercitate de teoria atomică și de noile metode tehnice, legate de ea, asupra chimiei și științelor cosmologice (10.5). Urmează apoi o analiză (10.6) a tehnicii secolului al XX-lea, cu realizările ei remarcabile — automobilul și avionul —, în serviciul cărora au fost puse producția industrială de masă, din ce în ce mai electricată, și industria chimică științifică (10.7), amîndouă urmărind o mai inteligentă exploatare a resurselor naturale (10.8) și folosirea, în prezent covârșitoare, a științei în scopuri militare (10.9). La sfîrșitul capitolului (10.10) vom încerca să desprindem legăturile reciproce dintre știință și tehnică, să arătăm raporturile lor cu mișcările sociale contemporane și să prevedem cîte ceva din ceea ce ne rezervă viitorul (10.11). Discuția completă asupra utilizărilor con-

structive și distructive ale științei este amînată pînă ce vor putea fi luate în considerare și științele biologice și sociale (p. 925 și urm.).

Revoluția petrecută în fizică și fazele ei

Fizica secolului al XIX-lea a reprezentat o realizare grandioasă a minții omenești, o realizare care apărea celor ce au participat la ea ca o treaptă spre o anumită desăvîrșire a imaginii noastre despre acțiunea forțelor naturale, elaborată pe temelia sigură a mecanicii lui Galilei și Newton. Această imagine avea să fie năruită încă de la începutul secolului al XX-lea și înlocuită cu alta, care nici pînă acum nu a fost completată. Un studiu al naturii acestei revoluții ne poate oferi învățăminte importante cu privire la dezvoltarea lăuntrică a științei și la relațiile ei cu societatea.

Deși revoluția din fizică s-a produs brusc — aproape că se poate preciza și anul în care a avut loc, 1895 —, ea s-a extins de atunci neîncetat, într-un ritm din ce în ce mai viu, în întregul domeniu al științelor fizice și dincolo de ele. Ea conține descoperiri neașteptate, ca aceea a razelor X și a radioactivității în 1895—1896, a structurii cristalelor în 1912, a neutronului în 1932, a fisiunii nucleare în 1938 și a mezonilor între 1936 și 1947. Ea conține, de asemenea, mari realizări teoretice de sinteză: teoria cuantică a lui Planck în 1900, teoria restrînsă a relativității în 1905 și teoria generală a relativității în 1916, al căror autor a fost Einstein, modelul atomului al lui Rutherford-Bohr în 1913 și noua teorie cuantică în 1925. La baza acestor realizări cruciale se poate observa o mișcare amplă care nu s-a desfășurat în mod uniform, ea împărțindu-se în cel puțin trei faze distincte, fiecare legată de anumite caracteristici ale sistemului economic și social.

Prima fază, cuprinsă între 1895 și 1916, poate fi numită faza eroică sau, sub un alt aspect, faza de amatorism a fizicii moderne. În această fază au fost explorate lumi noi, au fost elaborate idei noi, în cea mai mare măsură cu mijloacele tehnice și intelectuale ale vechii științe a secolului al XIX-lea. Aceasta mai era încă o perioadă de realizări în primul rînd individuale: ale soților Curie și ale lui Rutherford, ale lui Planck și Einstein, ale celor doi Bragg, tatăl și fiul, ale lui Bohr. Științele fizice, în special fizica însăși, țineau încă de laboratorul universitar; ele erau puțin legate de industrie, aparatura lor era ieftină și simplă, descoperirile mai purtau încă pecetea personală a autorului.

Începuse totuși infiltrarea fizicii în industrie. De exemplu, marele laborator criogenic al Universității Leyda, înființat în 1884, era strâns legat de industria frigului. Întemeierea institutelor societății „Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft” din Berlin-Dahlem a reprezentat o expresie a interesului care lega industria grea germană de cercetările științifice. În 1909 „General Electric Company” a ales pentru conducerea noului ei laborator de cercetări pe renumitul fizician Irving Langmuir. Din astfel de începuturi a pornit, de fapt, marea expansiune a științei aplicate.

A doua fază, cuprinsă între 1919 și 1939, a marcat prima pătrundere masivă a tehnicii și a organizării industriale în științele fizice. Majoritatea cercetărilor fundamentale se mai efectuau în laboratoarele universitare, însă marii oameni de știință conduceau colective de cercetători, începeau să folosească instalații costisitoare și aveau strânse legături cu marile laboratoare de cercetări industriale. Fizicienii lucrau în număr mult mai mare și dispuneau de fonduri fără precedent, iar fizica începea să-și lărgască domeniul și să vădească noi calități. Ea începea, de asemenea, să devină rentabilă în industrie, în domeniul radioului, al televiziunii și al mecanismelor de control. Încă din a treia decadă a secolului, influența pregătirilor de război începuse să polarizeze în mod evident știința fizicii. Între conducătorii cercetărilor din domeniul fizicii și chimiei și organizațiile de cercetări finanțate de marile industrii și de stat s-au stabilit legături strânse în scopuri militare.

A treia fază, care, deși nu a durat decît cîtiva ani, este totuși vădit diferită, pornește de la dezvoltarea și mai amplă, în cursul celui de-al doilea război mondial, a științei fizice. Ea reprezintă, de fapt, prima fază a științei etatizate, aducînd, o dată cu sporirea imensă a posibilităților ei, primejdia tot atît de mare a unei orientări greșite și a impunerii de restricții. Dezvoltarea fizicii poate fi constatată din cifre, care arată că numărul anual al absolvenților facultăților de fizică din universitățile engleze a crescut în deceniul 1938—1948 de la aproximativ 300 la 750, iar numărul membrilor Societății de fizică a crescut de la 1 500 la 5 000.

Această creștere a reprezentat, totodată, o continuă concentrare a științei fizice în comparație cu perioada precedentă. Prin legarea directă a progresului științei de acela al industriei și armamentelor, știința fizică a devenit, în lumea capitalistă, în tot mai mare măsură preponderent americană. Instalațiile au ajuns atît de costisitoare, iar cerința de cadre necesare pentru mînuirea lor a devenit atît de mare, încît nici chiar industria nu le mai poate subvenționa, astfel că

numai statele cele mai puternice pot aduce contribuții importante la știința fizicii. Perspectivile centrelor de cultură mai vechi sînt relativ restrînse, întrucît ele oferă puține posibilități și nu pot concura cu Statele Unite în ce privește atragerea cadrelor la munca științifică. În afară de aceasta, pentru prima oară în istorie, asocierea științei cu războiul a scindat știința însăși. Prin obligativitatea secretului și prin consecința lui, verificarea lealității, știința își pierde inevitabil orice pretenție de neutralitate politică.

Între aceste trei faze sînt intercalate cele două perioade ale științei de război, 1914—1918 și 1939—1945, pe care trebuie să le considerăm tot atît de caracteristice pentru secolul al XX-lea ca și anii dintre cele două războaie. Contribuțiile științifice ale acestor perioade au fost însă cu totul diferite. Anii de război, în special anii celui de-al doilea război mondial, au reprezentat în primul rînd o perioadă de aplicare accelerată și planificată a științei. În amîndouă cazurile, viitorul a fost în mod deliberat sacrificat prezentului. S-a depus un efort științific uriaș pentru a se provoca distrugerii și mizerie, dar tocmai succesul lui a arătat ce s-ar putea realiza cu același efort îndreptat spre scopuri constructive. Iar ambele războaie, în special cel din urmă, au pus în fața științelor naturii o serie de probleme, și le-au oferit în același timp mijloacele materiale necesare pentru rezolvarea lor.

10. 1. Electronul și atomul

Fizica în 1896

În decurs de aproximativ 50 de ani, marile mișcări ale secolului al XX-lea, ca și revoluția din știința fizicii care le-a însoțit, au transformat fizica, făcînd-o aproape de nerecunoscut. Pentru a înțelege această revoluție trebuie să ne întoarcem în trecut și să considerăm atitudinea și poziția științei la începutul secolului. În fizică, la sfîrșitul secolului al XIX-lea domnea o atmosferă generată de existența unei teorii coerente, satisfăcătoare din punct de vedere intelectual, cu care se îmbinau aplicații practice, repunînd din ce în ce mai mult succes. Electromagnetismul lui Faraday și Maxwell își găsisese aplicarea la noile rețele electrice de lumină și de energie. Termodinamica lui Clausius și Gibbs începuse să influențeze proiectarea motoarelor termice și a instalațiilor chimice. Noi invenții erau așteptate. Teoria electromagnetică avea să dea naștere radiofoniei; termodinamica duse la crearea motorului cu ardere internă, care avea să facă posibile transportul ieftin și zborurile aeriene. Totuși,

acestea nu erau decît extinderi ale unor cunoștințe dobîndite anterior și nu promiteau să conducă la ceva fundamental nou.

Descărcarea electrică

Cotitura avea să vină din studierea unor ramuri neluate în seamă ale fizicii, care relevau existența unor fenomene puțin compatibile cu imaginea clasică; aparent, aceste fenomene erau însă atît de neînsemnate, încît nu existau îndoieli serioase în ceea ce privește integrarea lor finală. Printre primele care au străpuns carapacea suficienței fizicii secolului al XIX-lea a fost studiul descărcărilor electrice. Fenomenele descărcării în scînteie, în egretă și în arc apăruseră întotdeauna ca o ramură minoră a fizicii, nebuloasă și greu explicabilă, dar captivantă. Către mijlocul secolului al XIX-lea, aceste fenomene atrăseseră întrucîtva atenția, cu prilejul răspîndirii iluminatului fără arc electric, însă spre sfîrșitul secolului acesta părea sortit să cedeze locul becului cu filament incandescent. Cum însă descărcarea electrică se manifesta cu strălucire și în vid, necesitățile noii industrii a becurilor electrice au provocat o mișcare amplă de perfecționare a tehnicii vidului. Ca urmare, atît a acestui interes renăscut, cît și a noilor metode tehnice, către sfîrșitul secolului al XIX-lea s-au făcut cîteva observații importante. Multe dintre ele nu păreau explicabile cu mijloacele fizicii clasice. În 1876 sir William Crookes (1832—1919), urmărind observațiile făcute de Faraday încă în 1838, a observat o lucire luminoasă pornind de la capătul negativ, *catodul*, al unui tub de descărcare, din care aerul fusese scos aproape în întregime. Ea părea să constea dintr-un anumit gen de particule smulse din catod. El a denumit aceste *raze catodice*, o formă nouă, *radiantă*, de materie, ceea ce a fost profetic, întrucît tocmai din studiul a numeroase astfel de particule cu viteze mari, sau radiante, avea să fie făurită noua fizică.

Roentgen și razele X

Această posibilitate a întrezărit-o Johnstone Stoney (1826—1911), care, în 1894, a dat razelor catodice denumirea de *electroni*; Jean Perrin (1870—1942) a arătat că ele au sarcină negativă (1895); J. J. Thomson (1856—1940) a măsurat viteza lor (1897). În noiembrie 1895, orientarea cercetărilor a fost brusc schimbată în urma unei descoperiri întâmplătoare, cu totul neprevăzută. Konrad von Roentgen (1845—1923), pe atunci un obscur profesor de fizică la Würzburg, cumpărase unul din noile tuburi de descărcare

a razelor catodice cu scopul de a le lămuri mecanismul intern. În curs de o săptămână, el a descoperit că se întâmpla ceva în afara tubului; evada ceva înzestrat cu proprietăți ce nu s-ar fi putut imagina în natură; ceva care făcea ca ecranele fluorescente să lumineze în întuneric și care, străbătând hîrtia neagră, putea să voaleze plăcile fotografice. În plus se obțineau fotografii cu totul uimitoare, fotografii care arătau monedele de metal ascunse din pungă și oasele mîinilor. Roentgen nu știa ce era acel ceva, astfel că i-a dat denumirea de „raze X”. Aceasta a fost o descoperire științifică care a făcut mare vîlvă; era o descoperire care putea fi văzută de oricine și nu este de mirare că în curs de cîteva zile ea a devenit obiectul știrilor senzaționale difuzate de presa din întreaga lume; razele X au făcut obiectul a nenumărate glume în spectacolele de music-hall, iar în cîteva săptămîni aproape fiecare fizician de seamă repeta acest experiment pentru sine și îl demonstra în fața unui public cuprins de admirație.

Electronul

Oricît de mare a fost însă valoarea imediată a razelor X, în special pentru medicină, importanța lor finală a fost mult mai mare pentru fizică și pentru cunoașterea naturii în ansamblu, întrucît descoperirea razelor X avea să ofere o cheie pentru pătrunderea nu numai în una, ci în multe ramuri ale fizicii. În primul rînd, ea a permis lui J. J. Thomson să-și completeze concepția despre generatorii de raze X: razele catodice sau electronii. El a constatat că nu numai electronii generează raze X cînd lovesc orice fel de substanță, dar că în aceleași împrejurări razele X generează electroni. În gaze ele pot produce ioni sau particule cu sarcină pozitivă, ceea ce explică, în mare măsură, proprietățile misterioase ale descărcărilor electrice, inclusiv cea mai mare descărcare electrică dintre toate: fulgerul. Descoperirea că electronii, evident identici cu toții, pot fi extrași din cele mai diferite genuri de substanțe, sugera că electronii sînt substanța electricității. Însă această substanță era constituită din particule individuale, avea o structură atomică, și tocmai considerarea acestui fapt l-a condus pe J. J. Thomson să facă primul pas hotărîtor spre descoperirea structurii interne a atomului.

Renașterea atomismului

Tocmai prin această considerare a atomilor ca entități concrete se deosebește fizica secolului al XX-lea de aceea a secolului precedent. Secolul al XIX-lea a început cu teoria

atomică a lui Dalton în chimie, a continuat cu triumful atomismului în formulele de structură ale chimiei organice, însă, așa cum s-a arătat în partea a V-a (p. 426), la sfârșitul secolului al XIX-lea unul dintre curentele științifice, influențat în mare măsură de Mach și Ostwald, era antiatomist și ținea să explice proprietățile atribuite atomilor cu ajutorul unor substanțe și raporturi mai generale. Newton însuși a fost un atomist, însă mecanica lui, după ce a fost generalizată de Lagrange și Hamilton, s-a pretat la formarea unei imagini a spațiului în care proprietățile nu variau decât cu puțin, de la un punct, la altul vecin. Acest tip de teorie a *cîmpurilor* a dobândit un imens prestigiu prin intuiția lui Faraday și prin transformarea ei de către Maxwell în teoria electromagnetică a luminii, care în esență era o teorie a cîmpurilor de forță. După cum vom vedea, ea avea să fie generalizată și mai larg de către Einstein în teoriile sale ale relativității.

Continuitatea constituia o condiție de bază în fizica cîmpurilor, care însă nu se putea împăca ușor cu discontinuitatea atomilor și cu discontinuitatea încă și mai mare pe care avea s-o releve teoria cuantelor. Ca și la începuturile reprezentării conștiente a fenomenelor fizice, ideea atomului apărea ca o idee revoluționară și a fost întotdeauna asociată cu orientarea generală a gândirii spre ateism și revoluție. Cîmpurile, asemenea formelor geometrice perfecte, sînt stabile și continue. Acest gen de fizică părea mult mai inofensiv, însă încercarea de a-l restabili a fost o acțiune de ariergardă, care nu a putut rezista torentului de noi cunoștințe ce nu puteau fi interpretate decât cu ajutorul teoriei atomilor.

Becquerel și radioactivitatea

Către 1897, atomii se impuseseră categoric prin faptul destul de paradoxal că nu mai erau atomi (indivizibili, p. 127), dovedind posibilitatea surprinzătoare de a se sfărîma. Nu era vorba numai de modul simplu pe care îl arătase J. J. Thomson. În același timp se făcuse o altă descoperire, de o importanță și mai mare. La patru luni după descoperirea razelor X, Becquerel (1852—1909), în Franța, socotind că razele X trebuie să aibă o oarecare legătură cu luminozitatea care apărea în tuburile de descărcare, a căutat să descopere dacă alte corpuri care prezintă o luminozitate similară, în special minereurile și sărurile de uraniu, nu manifestă proprietăți asemănătoare. Oricît de surprinzător ar părea, această ipoteză a fost confirmată. De data aceasta, întîmplarea a jucat un anumit rol în istoria științei (p. 441). Ceea ce l-a determinat pe Becquerel să caute existența vreunei legături între razele X

și fosforescență a fost o vagă aluzie a lui Henri Poincaré (1854—1912). Tatăl lui Becquerel adunase o colecție bogată de substanțe fosforescente. Becquerel ar fi putut tot atât de ușor să ia sulfură de zinc în loc de azotat de uraniu, și descoperirea fenomenelor radioactivității, împreună cu tot ceea ce însemna aceasta pentru fizica atomică, ar fi fost amînată cu alți 50 de ani. Cine știe cîte alte fenomene tot atât de simple, în stare să revoluționeze știința, nu stau ascunse în preajma noastră.

Noile raze misterioase emise de uraniu, capabile și ele să pătrundă materia, erau produse fără nici un fel de aparat, în mod spontan, din substanțe chimice aparent inerte și permanente.

Soții Curie și radiul : transformarea atomilor

Această descoperire a zguduit puternic convingerile fizice și chimice ale secolului al XIX-lea. Cel mai mare dintre chimiști, Lavoisier, stabilise în opera sa legea imutabilității elementelor. Această lege fusese formulată ca o respingere categorică a pretențiilor vechilor alchimiști de a transforma elementele sau de a crea materia ; acum se părea că există într-adevăr o materie care se transformă spontan, fără cel mai mic imbold care să declanșeze transformarea. Aceasta a zdruncinat și doctrina conservării energiei. De unde provenea energia atât de evident conținută în noii compuși radioactivi ? Ea nu putea veni decît din interiorul atomului însuși. Dar o cantitate aproape infinitesimală de substanță radioactivă degaja cantități apreciabile de energie. Rezultă astfel că atomul conține energie în cantități pe care nu le-ar fi visat nici odată cei care foloseau energia produsă prin ardere de combustibil, baza industriei secolului al XIX-lea.

De îndată ce *radioactivitatea* a fost descoperită, progresul științific a fost rapid, mult mai rapid decît în orice altă perioadă precedentă din istoria științei. Într-un scurt interval de șase ani, caracteristicile esențiale ale transformării spontane a atomilor au fost cunoscute. Pierre Curie (1859—1906) și soția sa Maria (1867—1934), de origine poloneză, prima femeie-savant de renume mondial — ceea ce constituia un semn al timpurilor —, au descoperit surse mult mai puternice decît uraniul folosit inițial. Ei au izolat elemente de un tip nou, ca *poloniul* și *radiul*, acesta din urmă atât de puternic, încît strălucea de la sine în întuneric și putea produce răni grave, în cele din urmă fatale, oamenilor care stăteau în preajma sa.

Rutherford și Soddy : transformările radioactive

Rutherford studiase natura radiațiilor și arătase că razele α , unul dintre tipurile acestor radiații, constituiau și ele ceva cu totul nou în știință. Ele erau formate din particule materiale proiectate cu viteze inimaginabile. Rutherford a constatat că atomul de radiu cedează atomi de heliu — element rar și bizar, descoperit pentru prima oară în Soare datorită naturii luminii pe care o emite — și că în locul lui rămîne un alt atom : atomul de emanație de radiu. Aceasta era alchimie, însă o alchimie a naturii, căci nici unul dintre mijloacele pe care le avea la dispoziție știința pe atunci nu putea să modifice viteza dezintegrării atomilor și transformarea lor în alți atomi în conformitate cu legile stabilite ale dezagregării radioactive. Drept-credinciosul vedea în acest fenomen încă un mister de nepătruns al naturii, susținînd că nu va fi niciodată posibil să se intervină în desfășurarea lui. Printr-o frumoasă îmbinare a metodelor fizice și chimice, Rutherford, stabilit pe atunci la Montreal și lucrînd cu strălucitul chimist Soddy, a urmărit aceste transformări, iar în perioada 1899—1907 a descoperit familii întregi de transformări naturale, una provenind din uraniu, una din toriu și una din actiniu. Fiecare element radioactiv emitea raze α sau raze β și γ și se transforma într-un alt element, toate aceste transformări încheindu-se într-un mod specific printr-un element inert : plumbul. În timpul studierii acestui proces a devenit evident că elementele nu sînt simple și omogene, că fiecare element poate conține un număr de atomi asemănători din punct de vedere chimic, dar care din punct de vedere fizic se dezintegrează în moduri diferite. Aceștia erau *izotopii*, de la care avea să se obțină atît de mult în anii de mai tîrziu.

Planck și teoria cuantelor

La început, acest amestec nebulos de fenomene se găsea în asemenea măsură în afara limitelor teoriei în vigoare, încît a trebuit să fie pur și simplu consemnat ca fapt brut ; totuși, într-un alt domeniu al fizicii apăruse un indiciu care avea să ajute lămurirea lor. Descoperirea electronului ridicase unele probleme dificile în teoria radiației luminii. Dacă lumina este produsă de electroni în rotație sau în vibrație, ea ar trebui să-și schimbe neconținut culoarea, pe măsură ce, prin radiația lor, electronii pierd energie ; dar faptul absolut evident că lungimea de undă rămîne constantă în spectrele optice dovedește că fenomenul se petrece altfel. O altă contradicție a apărut în teoria căldurii. Conform clasicei teorii electromagnetice, întreaga energie a unui corp încălzit trebuie să fie

concentrată în domeniul undelor scurte. Această energie ar trebui să apară albastră, dar ea apare roșie. Asemenea neconcordanțe nu puteau rămâne mult timp ignorate, iar eforturile lui Max Planck (1858—1947) de a le explica în 1900 nu au făcut decât să înlăture o dificultate de ordin experimental, producând una de ordin teoretic. Planck a presupus că atomii nu emit energie în mod continuu, ci în porții; cu alte cuvinte, că energia, ca și materia, are o structură atomică, dar că atomicitatea nu este conținută în energia însăși, ci în așa-numita cantitate de acțiune (energia înmulțită cu timpul). În consecință, există o *cuantă* constantă de acțiune sau o cantitate suficientă de acțiune, constanta lui Planck ($h = 6,6 \times 10^{-27}$ erg/s), care controlează cantitativ toate schimburile de energie din sistemele atomice.

Einstein și fotonul

Albert Einstein a fost cel dintâi care a aplicat efectiv concluziile desprinse din teoria lui Planck la noile domenii ale fizicii. El a explicat de ce electronii pe care o rază de lumină colorată îi smulge dintr-un metal se mișcă cu aceeași viteză, indiferent dacă intensitatea luminii este mică sau mare. Ei nu pot să ia decât cuanta de energie pe care o posedă lumina; o lumină mai intensă înseamnă cuante mai multe și nu cuante mai mari. Viteza electronilor depinde direct de culoarea luminii, adică este proporțională cu frecvența luminii. Einstein explică procesul în felul următor. Când o rază de lumină cu frecvența ν lovește un metal, ceea ce duce la emiterea unor electroni cu viteza V , fotonul sau atomul de lumină își transmite energia unui alt tip de particule, electronul. Energia transmisă E se calculează conform ecuației $E = \frac{1}{2} m v^2 = h \nu$. Prin aceasta, Einstein a răsturnat reprezentarea ondulatorie a luminii, revenind la vechea concepție a lui Newton că lumina este construită din particule.

Nucleul atomic

Aplicarea completă a teoriei cuantelor la structura atomului avea să mai aștepte însă pînă ce vor fi fost făcute alte două descoperiri cruciale. În 1910 doi dintre asistenții lui Rutherford — Geiger și Marsden — arătasera că particulele α , aceste proiectile naturale, în loc să străbată straturile subțiri de materie, sînt din timp în timp proiectate înapoi. Din acest rezultat surprinzător (pe care l-a comparat cu un proiectil de 15 țoli proiectat înapoi de o foaie de hîrtie), Rutherford a tras concluzia simplă că particulele trebuie să

să fi ciocnit de ceva foarte mic și foarte dur. În felul acesta el și-a dat seama că atomii au un *nucleu*. Acesta este celălalt partener al electronului și, întrucât electronii au sarcină negativă, nucleul trebuia să aibă o sarcină pozitivă exact egală cu sarcina totală a electronilor din jurul său. Cum sînt dispuși acești electroni? Problema prezenta multe analogii curioase cu aceea a dispunerii planetelor în sistemul solar, care nedumerise pe oamenii de știință din vremea Renașterii, și era de așteptat o soluție asemănătoare. O asemenea soluție fusese schițată de Perrin în 1901, însă justetea nu putuse fi dovedită fără cunoașterea unor fapte provenite dintr-un cu totul alt domeniu: descoperirea naturii ondulatorii a razelor Roentgen.

Von Laue și cei doi Bragg : razele Roentgen și cristalele

În 1912 von Laue a descoperit că razele X pot fi *difRACTATE* de cristale, într-un mod foarte asemănător cu acela în care lumina obișnuită este difRACTATĂ de orice structură cu striuri fine, de dimensiuni asemănătoare acelorale lungimilor de undă ale luminii (p. 328), cum ar fi, de pildă, o pană, o țesătură fină sau o placă de gramofon. S-a constatat că razele X sînt difRACTATE de obiecte cu dimensiuni de același ordin cu atomii, avînd în consecință lungimi de undă mai mici decît ale luminii. Descoperirea lui von Laue a fost, prin efectele ei, tot atît de importantă ca și descoperirea inițială a razelor X. În primul rînd, ea a fost îmbrățișată de William și Lawrence Bragg, tată și fiu, care au demonstrat că lungimea de undă a razelor X poate fi măsurată și, totodată, că se poate determina structura cristalelor, adică felul în care sînt dispuși în spațiu atomii care le compun.

Atomul Rutherford-Bohr

Curînd după aceea, în 1913, în laboratorul lui Rutherford din Manchester, Moseley (1887—1915), un strălucit fizician tînăr, care avea să cadă la Gallipoli, a măsurat lungimea de undă a razelor X produse de diverse elemente și a demonstrat că ele urmează o lege foarte simplă, constînd într-o dependență exactă de numărul atomic, sau de numărul electronilor din fiecare tip de atom. Datorită prestigiului lui Rutherford, laboratorul savantului atrăsese cîteva dintre mințile cele mai strălucite care au lucrat vreodată în domeniul fizicii. Printre ei se afla și un tînăr danez, Niels Bohr, care a reușit să împletească cele patru fire izolate: nucleul dur, pus în evidență de experimentele cu particulele α , legile simple, descoperite cu mult înainte de Balmer (1825—1898), referitoare la frec-

vențele din spectrul hidrogenului, legea de care ascultă lungimile de undă ale razelor X emise de diferite elemente și teoria cuantică a lui Planck, bază a reunirii lor. Ca un nou Kepler, el a arătat că atomul poate fi înfățișat asemenea unui sistem solar, în care fiecare electron are o orbită proprie, și că lumina sau razele X sînt produse numai atunci cînd un electron trece de pe o orbită de energie înaltă pe alta de energie mai scăzută.

Atomul Rutherford-Bohr, atomul secolului al XX-lea, era acum bine consolidat, în sensul că, așa cum se întîmplase cu astronomia newtoniană, putea fi folosit la prevederea proprietăților atomilor pe baza simplei cunoașteri a numărului de electroni pe care îi conțin. Aceasta explica de ce atomii emit sau absorb lumină numai de anumite frecvențe. Au putut fi interpretate spectrele complexe și s-au putut descoperi *nivelele de energie* ale electronilor din diferiți atomi. Însăși ideea de nivel de energie este de esență cuantică. Ea implică faptul că fiecare structură atomică sau moleculară poate exista într-un mare număr de stări cu diferite caracteristici vibratorii, asemănătoare cu armonicile unui instrument muzical și că *diferențele* de energie dintre stări pot fi aflate prin măsurarea *frecvențelor* luminii emise sau absorbite.

Noul atom în chimie

Concepția despre atom a lui Rutherford-Bohr era însă mult mai rodnică. Ea a putut fi folosită imediat la interpretarea legilor, pînă atunci misterioase și arbitrare, ale chimiei. În primul rînd, ea explica de ce diferiții atomi au proprietăți specifice, de ce unii formează metale, iar alții nu, și de ce alții dau niște gaze inerte. Deosebit de stabile păreau combinațiile cu un anumit număr de electroni (2, 8, 18, 32). Dacă existau mai mulți electroni decît îngăduia sistemul, electronul sau electronii suplimentari se aflau într-o stare mult mai liberă. În substanțele compuse din asemenea atomi, lumina făcea electronii să vibreze cu mai multă ușurință și era puternic reflectată, proprietate caracteristică *metalului*. Dacă existau mai puțini electroni decît erau necesari pentru a forma un sistem complet, electronii din diferiți atomi se combinau între ei astfel încît să-și distribuie sarcinile cît mai avantajos; rezultatul era o moleculă nemetalică neutră, asemănătoare moleculelor de gaze sau celor organice. Dacă erau adunați la un loc atomi *nemetalici* și atomi *metalici*, atomul de metal ceda atomului de nemetal electronul său liber, devenind un *ion* cu sarcină pozitivă, iar ionul de nemetal, avînd acum o sarcină negativă, se combina cu el prin simplă atracție elec-

trică, formînd o *sare*. În modul acesta, întreaga înfățișare a tabelului elementelor, aranjată după familii și grupe, la care ajunsese în mod logic, cu 50 de ani înainte, marele chimist rus Mendeleev, a căpătat o fundamentare fizică și cantitativă. În acest tabel se aflau 92 de elemente naturale, de la hidrogen la uraniu, deoarece existau elemente care aveau în nucleele lor 1, 2, 3, 4 pînă la 92 de sarcini pozitive, iar fiecare element își avea propriul său număr atomic.

Structura cristalelor

Descoperirile lui von Laue și ale celor doi Bragg aveau să ducă însă și la alte consecințe, mult mai cuprinzătoare. Analizînd repartizarea atomilor în cristale, cei doi Bragg au reușit să întemeieze o nouă cristalografie de structură, care, la rîndul ei, avea să transforme concepțiile chimiștilor cu privire la natura cristalelor și a moleculelor. Era ca și cum s-ar fi descoperit un nou microscop, care ar fi dat posibilitatea să se vadă poziția atomilor chimici. S-a putut demonstra, pe de o parte, că nu există de loc molecule în săruri simple de genul clorurii de sodiu, care este o simplă reunire de ioni pozitivi de sodiu și ioni negativi de clor; pe de altă parte, există molecule în substanțe ca naftalina, unde un grup de atomi strîns uniți este separat prin mari spații de alte grupuri: *moleculele* chimice ale secolului al XIX-lea. De fapt, analiza prin razele X avea să confirme mai întîi, iar apoi să precizeze structura moleculelor, la care chimiștii ajunseseră printr-o logică matematică deosebit de ingenioasă, bazată pe transformările lor în alte molecule. Acolo unde aceste metode chimice nu puteau fi aplicate, ca în domeniul metalelor și al silicaților, razele X au reușit imediat să releve structura atomică și, în același timp, să ofere explicarea proprietăților specifice și utile ale unor astfel de substanțe.

10. 2. Fizica teoretică

Primul război mondial : relativitatea

Progresul fizicii după o serie de descoperiri despre care am vorbit a fost stăvilit de primul război mondial, care a pus brusc capăt primei perioade eroice a fizicii moderne. Războiul a atras în slujba sa un număr de oameni de știință, dar nicidecum majoritatea lor, însă, chiar acolo unde nu și i-a subordonat, războiul, cu excepția țărilor neutre, a ținut efectiv în loc cercetările pur științifice ale oamenilor de știință nemobilizați. Cei mai mulți oameni de știință teoreticieni au continuat totuși să lucreze, astfel că în această

perioadă s-a realizat unul dintre cele mai mari progrese din istoria gândirii umane : desăvârșirea de către Einstein, în 1915, a *teoriei generale a relativității*. Relativitatea aparține, în esență, mult mai mult științei secolului al XIX-lea decât aceleia a secolului al XX-lea. Nota dominantă a științei secolului al XX-lea era discontinuitatea și atomismul ; pe de altă parte, relativitatea este totuși o teorie a continuumului și a câmpurilor ; însă câmpurile relativității sînt mult mai generale decât câmpurile electromagnetice ale lui Maxwell. Ele sînt noile câmpuri ale spațiu-timpului. Teoria restrînsă a relativității, formulată de Einstein în 1905, arătase că, întrucît nu poate fi observată decât mișcarea relativă, spațiul și timpul sînt într-o anumită măsură interschimbabile, depinzînd de mișcarea observatorului. Zece ani mai tîrziu, Einstein a reușit să introducă forța gravitației, noțiune pînă atunci arbitrară și ocultă, în reprezentarea generală a spațiu-timpului, însă, pentru a face aceasta, a trebuit să abandoneze nu numai mecanica lui Newton, ci și geometria, și mai ferm consolidată, a lui Euclid.

Echivalența dintre masă și energie

Cu tot interesul stîrnit în marele public, relativitatea rămîne și astăzi încă o teorie destul de greu de pătruns. Importanța ei în știință depinde însă de două relații strîns legate între ele : echivalența dintre masă și energie și caracterul special de limită al vitezei luminii. Prima dintre aceste relații, exprimată prin formula $E = mc^2$, unde E reprezintă energia, m masa și c viteza luminii, oferă expresia teoretică a uriașelor cantități de energie conținute în atom. S-a demonstrat mai tîrziu că acestea sînt sursele întregii energii concentrate în univers : energia Soarelui și a stelelor, acești primi reactori nucleari. Soarele ne încălzește și devine mai ușor, „arzîndu-și“ hidrogenul care se transformă în heliu. Urmașii lui Prometeu, neimpresionați de soarta acestuia, aduc această formă a focului din cer pe pămînt sub forma bombei cu hidrogen. Caracterul de limită al vitezei luminii este un fapt la fel de semnificativ. Arătînd că toate vitezele sînt relative, Einstein a putut totodată să demonstreze că, în ciuda unei accelerări continue, nici o particulă nu se poate deplasa mai repede decât viteza luminii în vid, deoarece, pe măsură ce se apropie de această viteză, energia și masa ei cresc simultan, astfel încît devine din ce în ce mai greu să i se sporească viteza.

Cu toate că sînt atît de abstracte și că s-au născut dintr-o adîncă meditație asupra semnificației teoriei științifice care le-a precedat, teoriile lui Einstein sînt totuși, în ultimă instanță, rodul experimentelor și au condus la aplicații practice. Punctul de plecare al gândirii lui Einstein l-au constituit dificultățile inerente unei ramuri a fizicii secolului al XIX-lea: încercarea de a generaliza teoria electromagnetică a luminii, arătînd că viteza aparentă a luminii depinde de viteza cu care observatorul se deplasează în eterul presupus fix. Acesta a fost faimosul experiment al lui Michelson-Morley, cel mai mare experiment negativ din istoria științei, deoarece nu s-a găsit nici o diferență a vitezei luminii, oricare ar fi fost viteza sau direcția de mișcare a observatorului. După cîțiva ani, J. J. Thomson a arătat că electronii nu se mișcă în cîmpurile electrice de înaltă tensiune cu viteza pe care ar trebui s-o aibă în conformitate cu fizica clasică newtoniană. Pe măsură ce se mișcau mai repede, ei păreau mai inerți și accelerarea lor se dovedea mai anevoioasă. Aceste efecte au fost amîndouă explicate de teoria restrînsă a relativității a lui Einstein.

Teoria generală a relativității a lui Einstein a mers mult mai departe. Ea a încercat să includă și gravitația în domeniul măsurării spațiului și timpului. Importanța ei deosebită constă în faptul că a eliminat orice referire la așa-numitele forțe oculte, care, asemenea greutateii, sau — în termeni mai științifici — gravitației, acționau la distanță. În locul acestora s-a postulat că atunci cînd un corp este liber, adică nu se găsește în contact fizic cu alte corpuri, asupra lui nu acționează nici o forță astfel încît modul său de mișcare exprimă numai calitatea continuumului spațiu-timp din locurile prin care trece. În conformitate cu această teorie, geometria noastră euclidiană este aplicabilă numai la spațiile goale; în apropierea corpurilor grele spațiul este curb. Această concepție înseamnă o revenire la ideea originală pitagoreică despre faptul că mișcările circulare din sistemul ceresc sînt naturale, însă o revenire pe un plan mai înalt, căci nu mai este vorba de o intuiție semimistică, ci de o explicație matematică întemeiată pe cea mai riguroasă demonstrație cantitativă.

Dacă Einstein nu ar fi făcut mai mult decît să găsească pentru gravitație o altă expresie, mai precisă decît aceea a lui Newton, el ar fi fost un Copernic al noii ere, însă contribuția lui este mai mare, respectiv el a arătat că noua metodă dă rezultate care sînt mai conforme cu rezultatele experimentelor. El a putut să explice modificarea aparentă a

poziției stelelor în apropierea Soarelui prin devierea razelor lor de către spațiul curb, precum și neregularitățile observate în mișcarea planetei Mercur. În sfârșit, teoria lui Newton relativă la sistemul solar a fost considerabil perfecționată.

Astronomia stelelor și telescoapele gigantice

Între timp însă teoria newtoniană își pierduse de mult importanța de care se bucurase inițial, pe vremea când se credea că orbitele celor șapte planete sînt treptele către cer. În ajunul secolului al XX-lea, astronomia aproape că își pierduse atît importanța ei clasică și medievală, ca mijloc de exprimare a planului divin al lumii și de stabilire a horoscoapelor, cît și importanța ei din epoca Renașterii, de auxiliar al navigației. Mai rămăsese totuși ceva din prestigiul ei, iar aceasta le-a permis astronomilor, atît de desprinși de cele pămîntești, să înduplece pe aprigii oameni de afaceri să le dea bani destui pentru construirea de telescoape cu desăvîrșire inutile. În analiza capitalismului făcută de Veblen⁶⁻¹⁷⁸, un telescop gigant reprezintă în adevăr cel mai mare exemplu de „risipă patentă”. El dovedea, mai convingător chiar decît transportul de castele europene peste Atlantic, existența unor acțiuni dezinteresate și menținea în același timp un element sănătos de competiție. Telescoapele și-au mărit diametrul propriu și raza de acțiune printr-o rivalitate tot atît de vădită ca aceea care avusese loc în domeniul tunurilor de pe vasele de război. Oricare le-ar fi însă originea, mărirea numărului de observatoare împreună cu noile instrumente de fotografiere și cu spectroscopul au dus astronomia mult mai departe de sistemul solar, pînă la stele și la nebuloase, care, inclusiv Galaxia noastră, au fost acum recunoscute ca lumi insulare, așa cum afirmase pentru prima oară Kant în 1755.

Astrofizica

Studiul structurii interne a corpurilor cerești prin analiza luminii pe care o emit a început în secolul al XIX-lea, o dată cu descoperirile spectroscopiei. În secolul al XX-lea, *astrofizica* tindea să devină o ramură recunoscută a științei, o ramură în care munca de laborator se împletea strîns cu aceea din observatoare. Încă de la început, ea a avut un caracter diferit de cel al fizicii terestre, prin faptul că observa structuri nu numai în spațiu, ci și în timp. Clasificarea stelelor după tipurile spectrale, făcută de H. N. Russel în 1913, sugera în mod vădit o succesiune evolutivă. Cosmologia era legată de cosmogonie, căci aspectul prezent al

lucrurilor nu putea să nu genereze întrebarea : cum au luat ele ființă? În felul acesta, astronomia a început să-și redobândească ceva din vechea ei importanță. Dacă nu dezvăluia planul universului rațional, orînduit o dată pentru totdeauna de o divinitate binevoitoare, așa cum credeau anticii și chiar Newton, ea înfățișa în schimb drama creației în desfășurare, care părea să conțină unele învățăminte pentru oameni. Marea dezvoltare a cunoașterii istoriei universului avea să vină însă ca o consecință a progresului fizicii nucleare. Einstein făcuse numai primul pas, dar acest pas avea să se dovedească hotărîtor. El arătase că principiile mecanice pot fi puse în discuție. Teoria cuantelor, în vechea ei formă și cu atît mai mult în forma cea nouă, continua să zguduie temeliile fizicii newtoniene. Această revoluție avea să se dovedească la fel de importantă și plină de noi posibilități ca și răsturnarea lui Aristotel în epoca Renașterii.

Einstein și mistificarea științei

Este însă tot atît de adevărat că efectul operei lui Einstein, în afara restrînselor domenii de specialitate în care poate fi aplicată, a căpătat caracterul unei mistificări generale. După primul război mondial, intelectualii blazați s-au agățat bucuroși de ea pentru a-și justifica refuzul de a privi realitatea în față. Nu le trebuia mai mult decît să folosească cuvîntul „relativitate” și să spună „totul este relativ” sau „depinde de ceea ce vrei să spunei”. Relativitatea a stat la baza a numeroase lucrări de popularizare a misterelor științei, inclusiv la baza lucrărilor de succes ale fizicienilor Eddington și Jeans. Eddington (1882—1944) s-a lăsat dus atît de departe de contribuția sa reală la explicarea punctelor dificile ale teoriei relativității, încît a conceput ideea că se poate descoperi totul în știință prin simpla exercitare a gîndirii pure și a logicii. Din păcate însă, oamenii sînt, se pare, atît de nerozi, încît trebuie să vadă lucrurile pentru a le putea înțelege. Jeans (1877—1946) a redescoperit vechea concepție platonice și pitagoreică după care totul este matematică și a ajuns la concluzia că Dumnezeu, care a creat acest univers matematic, trebuie să fi fost el însuși un mare matematician.

Teoriile fizice ale secolului al XX-lea nu sînt mai libere de influențele curenților idealiste situate în afara științei decît au fost cele din secolele precedente. Prin toate formulările lor simbolice și matematice, ele exprimă încă într-o mare măsură fuga de realitate, care se trage inițial de la religie preocupată în momentul de față, într-un mod tot mai

vădit, să creeze o perdea de fum pentru camuflarea acțiunilor capitalismului. Influența pozitivismului lui Ernst Mach asupra formulării teoriilor fizicii moderne a fost predominantă (p. 771) *. În anii de studiu, cei mai mulți dintre fizicieni au absorbit într-o asemenea măsură acest *pozitivism*, încât îl consideră o parte intrinsecă a științei, în loc să vadă în el o metodă ingenioasă de a interpreta lumea obiectivă de pe pozițiile subiectivismului. Această situație a fost strălucit analizată de Lenin, aproape de începutul perioadei, în lucrarea sa „Materialism și empiriocriticism”.^{6.151} Totuși, mistificările fizicii teoretice au continuat ca și înainte, și vor trebui să treacă mulți ani de raționamente și de experiențe, inclusiv de experiență politică, pentru ca baza logică a fizicii să fie curățată de idei care nu au nimic comun cu lumea materială.

Experimentul, baza teoriei

Istoria reală a dezvoltării fizicii moderne arată destul de limpede în fiecare caz în parte, cu excepția prevederii mezonului de către Yukawa, că progresele ei s-au datorat descoperirilor făcute în cursul experiențelor și că aceste experiențe au dus la lucruri care nu fuseseră anticipate de teorie, la care s-a făcut apel pentru a explica ulterior experiențele. Natura explicației teoretice reprezintă însă ceva mai mult decât o expunere cu mijloace lingvistice. O teorie fizică este complet exprimată prin ecuații care leagă o serie de simboluri. Valoarea explicației nu stă însă în eleganța sau în simplitatea formulelor, ci în numărul de fapte experimentale pe care le poate explica. Iată de ce marile generalizări ale secolului al XX-lea sînt atît de importante. Relativitatea și teoria cuantelor acoperă un domeniu experimental mult mai vast decât cel acoperit de sintezele teoriilor clasice ale secolului al XIX-lea. Aceste sinteze au îndrumat spre noi experimente, care adeseori s-au dovedit rodnice. Totuși, ele nu au reușit niciodată să explice în mod satisfăcător ceva din ceea ce nu incluseră, în primul rînd, pe baza experimentelor.

Noua teorie a cuantelor

Această situație este cît se poate de clar ilustrată în stadiul următor al istoriei fizicii din secolul al XX-lea. Teoria cuantică a atomului, așa cum a fost formulată inițial de Bohr, trebuia în principiu să explice structura tuturor atomilor și moleculelor. Totuși, în practică s-a constatat că exista o dificultate destul de stînjenitoare. Numerele cuan-

tice atribuite nivelelor de energie din atomii individuali rămîneau, așa cum cerea teoria, numere întregi ; însă, în modelul cel mai simplu, imediat următor, al moleculei biatomice, nivelele cuantice de energie, pornind de jos în sus, în loc să ia valorile 0, 1, 2, 3, luau valorile surprinzătoare $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$. Această anomalie împreună cu altele au arătat către anul 1924 că în structura teoriei cuantelor exista o eroare destul de gravă. Această teorie începea să se transforme într-un fel de algebră formală, aproape o cabalistică, cum i se spunea pe atunci, în care se putea găsi un sistem de numere pentru a se explica majoritatea fenomenelor, dar nu exista nici o altă bază pentru alegerea acestor numere decît că erau convenabile. Nici electronul și nici teoria mișcării sale nu puteau să fie atît de simple cum crezuse Bohr la început. Prima soluție folosită pentru rezolvarea acestei dificultăți a fost aceea de a postula, cum au făcut Goudsmit și Uhlenbeck în 1924, că electronul ar reprezenta și un mic magnet, și o sarcină electrică, și că ar avea de aceea un „spin“. Totuși, dificultăți importante rămîneau, ca și pînă atunci, nerezolvate.

Echivalența fizică a undelor și particulelor : mecanica ondulatorie

În 1925 efortul pentru învingerea acestor greutăți a dus la o revizuire generală, deosebit de temeinică, a teoriei cuantelor. Cît de necesară fusese această revizuire se vede din faptul că ea a fost întreprinsă aproape simultan de patru fizicieni cu totul diferiți : de Broglie în Franța, Schrödinger și Heisenberg în Germania și Dirac în Anglia. Formal, soluțiile lor se deosebeau complet una de alta, deși din punct de vedere matematic erau echivalente. În 1923 Louis de Broglie făcuse o retrospectivă a istoriei fizicii pînă la controversa dintre Newton și Huygens din secolul al XVII-lea ^{6,17-18} (p. 328). Încă pe timpul acestei controverse se constata o analogie izbitoare, și anume că, indiferent de mediu, atît particulele, cît și undele urmează traiectorii minime. Unda se mișcă astfel ca *timpul* să fie minim (principiul lui Fermat), iar particula astfel ca *acțiunea* să fie minimă (principiul lui Maupertuis). De Broglie s-a întrebat dacă nu este posibilă reducerea acestor două principii la unul singur, dacă particulele și undele nu ar fi cumva în esență identice ? La urma urmei s-ar putea ca electronii să fie unde, tot așa cum s-ar putea ca undele luminoase să fie particule. Părea într-adevăr că există o corespondență generală între particule și unde ; se putea admite că fiecare

particulă este însoțită de o undă și că fiecare undă este constituită din particule aliniate pe fronturi ondulatorii.

În 1925 Schrödinger a folosit această idee pentru a explica stările electronice staționare din atomul lui Bohr ca analoge diferitelor moduri caracteristice de vibrație ale electronilor în atom, ce se mișcă nu în unde progresive, ci statice. Aceasta reprezintă, de fapt, ceva similar cu diferitele vibrații caracteristice ale unui instrument muzical, avînd relații armonice între ele. *Mecanica ondulatorie* a lui de Broglie-Schrödinger prezenta avantajul că putea să explice anomaliile vechii teorii cuantice într-un mod inteligibil din punct de vedere fizic și, totodată, avea o expresie matematică riguroasă. Această dublă condiție nu era însă strict necesară. Heisenberg și Dirac au disprețuit, fiecare în felul lui, pînă și acest grad de reprezentare fizică. Heisenberg, prin folosirea de matrice sau table de șah acoperite cu numere, și Dirac, printr-o algebră în care $a \times b$ diferă de $b \times a$ cu $4\pi\hbar \sqrt{-1}$, au dat soluții formale, la fel de bune, ale problemelor fizicii cuantice.^{6.33}

De îndată ce aceste teorii au fost prezentate, semnificația lor fizică a fost supusă unor discuții aprofundate. Eleganța și succesul lor în explicarea faptelor au fost considerate timp îndelungat ca reprezentînd fundamentarea deplină a adevărului lor. Totuși, pe măsură ce timpul trecea, s-a văzut că noile teorii cuantice, cum erau numite, se vor împotmoli probabil, ca și cea veche, în dificultăți la fel de mari, deși de o natură cu totul diferită. Ele puteau să explice fenomenele care le dăduseră naștere, însă, pe măsură ce studiul nucleului și al particulelor rapide avansa, apăreau noi fenomene, care erau din ce în ce mai greu de explicat. S-a recurs la diferite soluții și variante ad-hoc ale teoriei cuantelor, însă fără prea mult succes. În același timp, noile teorii cuantice nu erau destul de necontradictorii pentru a putea fi acceptate din punct de vedere matematic. Ele mai reprezentau încă un compromis incomod între fizica newtoniană a particulelor, convenabil ajustată sau negată prin postulatele cuantice, și un gen de matematică cu totul nou, determinat în bună parte de considerații statistice. Dificultățile filozofice care au apărut astfel erau și mai grave*.

Principiul indeterminării

Întocmai ca și teoria relativității, noua mecanică cuantică s-a vădit a fi o bază destul de comodă pentru mistificare. *Principiul indeterminării*, formulat de Heisenberg, a fost apreciat în mod deosebit de reacționari și teologi. Acest

principiu afirmă că este imposibil să se determine simultan, cu prea multă precizie, și viteza, și poziția vreunei particule. Totuși, această afirmație, considerată din punct de vedere fizic, reprezintă traducerea unei ecuații care s-a dovedit deosebit de utilă în determinarea anumitor mărimi observabile. Principiul indeterminării este bazat pe succesul și pe eșecul unor experiențe ipotetice. Cea mai faimoasă dintre ele este microscopul cu raze γ , în care, prin însuși actul observării unei particule, aceasta este deplasată din poziția pe care ar fi ocupat-o dacă nu ar fi fost observată. Utile ca ilustrații, astfel de experimente, care în realitate nu ar putea fi niciodată efectuate, au îngăduit să se introducă în teoria cuantelor concepții ca aceea a rolului esențial al observatorului, care de fapt nu-i sînt intrinsece. După cum au arătat Einstein și de Broglie,^{6,17} încercarea făcută prin aceste considerații de a subiectiviza fenomenele duce la paradoxuri tot atît de mari ca acelea pentru a căror evitare a fost elaborat principiul indeterminării.

În afară de aceasta, autorii lucrărilor de popularizare științifică și, într-o măsură și mai mare, filozofii au dat acestui principiu un sens cu totul diferit. Pe baza acestei presupuse indeterminări, ei au susținut că într-un anumit sens electronul este înzestrat cu libertate de voință. El poate oricînd să facă sau să nu facă un lucru sau altul. Dar dacă electronul deține libertatea de voință, de ce nu ar deține-o și omul? De ce nu s-ar prăbuși întregul edificiu al determinismului științific spre a fi înlocuit de haosul indeterminismului? Este destul de ciudat că mulți dintre adepții noului indeterminism nu erau, de fapt, cîtuși de puțin indeterminiști. Ceea ce voiau ei era să găsească o posibilitate de intervenție a lui Dumnezeu în toate treburile mărunte ale universului, intervenție care, în mod absolut arbitrar, să comande electronilor, fie să se unească, fie să părăsească locurile pe care le puteau ocupa. Cel mai bun comentariu pe marginea acestei interpretări l-a făcut Einstein, care a spus: „Nu aş putea să respect un Dumnezeu care-și petrece tot timpul cu jocuri de noroc“.

De fapt, interpretarea dată teoriei cuantice este cu totul arbitrară și nepotrivită, întrucît ea se bazează pe o analiză specială a semnificației mărimii fizice. Chiar dacă această interpretare ar fi adevărată la nivel atomic, aceasta nu ar justifica extinderea ei în domeniile mult mai complicate ale sistemelor biologic și social. După cum vom vedea mai departe, caracterul teoriei fizice devenise pe la mijlocul secolului tot atît de complex și nesatisfăcător ca și acela al

teoriilor fizice precedente, înainte de a fi fost transformate prin noile concepții. Este important să nu se piardă din vedere deosebirea însemnată dintre teoriile folosite pentru a explica și a coordona o serie de experimente efectuate și ideile care se aflau, în mod conștient sau inconștient, în mintea experimentatorilor care au făcut noile descoperiri și au deschis gândirii științifice noi domenii de cunoaștere.

10. 3. Fizica nucleară

Rutherford și abordarea materialistă a fizicii

Rutherford a fost marea figură a fizicii și, poate, chiar a întregii științe a secolului al XX-lea. Întreaga sa activitate poartă pecetea consecvenței ferme a ideilor sale și a abordării strict materialiste și mecaniciste a fenomenelor fizice. Din acest punct de vedere, el s-a asemănat mai mult cu Faraday decât cu Newton. Rutherford a considerat atomii mai întâi, apoi particulele subatomice descoperite de el, exact ca pe niște particule materiale obișnuite: proiectile, mingi de tenis sau bile de biliard. Abordându-le din acest punct de vedere, el a acumulat numeroase date despre mișcările și salturile lor. Uneori, particulele nu se comportau conform așteptării. El înregistra noua descoperire ca pe un fapt și îl asimila, construind un nou tablou mintal al structurii de care se ocupa. În felul acesta, el a trecut pas cu pas de la cercetarea atomilor instabili radioactivi la descoperirea nucleului atomic și la formularea teoriei generale a atomului.

Transformarea artificială a nucleului

În anii următori, Rutherford s-a ocupat cu studiul structurii interne a nucleelor atomice, îmbinându-și activitatea în acest domeniu cu aceea a unui grup de străluciți asistenți. În 1919 el a făcut descoperirea crucială că nucleul de azot se putea scinda prin ciocnirea cu o particulă α . De atunci înainte a devenit limpede că omul va putea să controleze procesele care se desfășoară în nucleu dacă va reuși să găsească proiectilele adecvate cu care să-l bombardeze. În acest scop puteau fi folosite două metode. Una dintre ele consta în a găsi, chiar printre nuclee, pe acelea care ar emite în mod natural proiectile adecvate; cealaltă metodă, mai directă, consta în a lua atomi obișnuiți și a le mări considerabil viteza cu ajutorul unor dispozitive electrice.

Generarea particulelor cu viteze mari

La început a fost adoptată această din urmă metodă, cu toate că, în mod destul de paradoxal, cea mai mare parte a rezultatelor importante aveau să fie dobândite prin vechile metode ale obținerii particulelor cu ajutorul radioactivității. Rutherford însuși a lucrat cu o aparatură atât de simplă și ieftină, încât cu greu și-ar fi găsit pereche în secolul al XIX-lea, semănând de fapt mai curînd cu aceea folosită de Gilbert în secolul al XVI-lea. Aceasta a fost celebra școală a „cerii roșii și a sforii” din laboratorul Cavendish. Această simplitate era întrucîtva fictivă, căci în realitate aceste rezultate nu s-ar fi putut obține fără utilizarea cunoștințelor laborios acumulate cu aparatura mult mai perfecționată a secolului al XIX-lea. Ea contrasta totuși izbitor cu cererea de acceleratori de particule, sau, cum li se spunea, mașini pentru spargerea atomului. Pentru a imprima particulelor vitezele mari trebuincioase era nevoie de o aparatură de un gen diferit de acela din laboratoarele de fizică de pînă atunci, iar construirea acestor mașini a constituit un nou capitol în istoria relațiilor dintre fizică și progresele industriale. Cu ajutorul industriei electrice, Cockroft și Walton au construit un dispozitiv de înaltă tensiune în care atomii de hidrogen puteau fi accelerați la o tensiune de aproximativ 1 000 000—2 000 000 de volți și cu ajutorul căruia s-a demonstrat că asemenea particule puteau fisiona nucleele unei serii de atomi ușori.

Fizica legată de electrotehnică

Construirea unor asemenea dispozitive a fost posibilă datorită progreselor realizate de industria electrică la începutul secolului. Necesitatea studierii unor linii de înaltă tensiune a apărut o dată cu creșterea distanței de la care se transmitea energia electrică. În același timp, realizările tehnicii comunicațiilor, în special dezvoltarea vertiginoasă a radiofoniei, au dus la o perfecțiune considerabilă în domeniul tehnicii vidului. Necesitatea producerii de aparatură fizică în scopuri industriale a făcut ca, începînd cu mijlocul deceniului al 3-lea, cercetările științifice în domeniul fizicii, și mai ales în domeniul atomic, să devină mai strîns legate de industria electrotehnică. Chiar numai cheltuielile și experiența tehnică necesară realizării acestui scop ar fi făcut imposibilă continuarea acestei activități ca simplă anexă a învățămîntului universitar. De la acceleratorul de 2 000 000 de volți al lui Cockroft și Walton s-a ajuns în epoca noastră la construirea unui număr mare de acceleratori gi-

gantici de particule. Construirea ciclotronului, care avea la bază principiul nou al lui Lawrence de a accelera viteza particulelor nu printr-un singur impuls, ci prin serii de impulsuri succesive, a deschis calea construirii betatroanelor, sincrotroanelor, acceleratorilor liniari, sincrociclotroanelor, instalații din ce în ce mai puternice care produc echivalentul a zeci de miliarde de volți. Singura limită o constituie costul lor, care a atins în 1956 cifra de 10 000 000 de lire sterline. Încă de pe acum aceasta depășește posibilitățile națiunilor mai mici, care în această direcție au trebuit să-și asocieze eforturile. ^{8.53}

Pentru a se putea aprecia pe deplin aceste realizări, despre care vom vorbi în amănunt mai târziu, ar trebui să luăm în considerare dezvoltarea unei alte ramuri a fizicii — producerea și controlul electronilor liberi —, care va fi discutată mai departe, întrucât, pentru a evita fragmentarea, socotim că este mai bine să continuăm expunerea pe care am început-o.

Neutronii, pozitronii și mezonii

Deceniul al 4-lea al secolului nostru avea să fie martorul unei noi explozii de descoperiri în fizică, tot atât de mare, dacă nu și mai mare, decât cele precedente din 1895 și 1912. Radioactivitatea, sau studierea nucleului atomic, care nu progresase decât foarte puțin în deceniul anterior, a revenit din nou în centrul preocupărilor, determinând o serie neîntreruptă de descoperiri experimentale, care aveau să culmineze cu controlul proceselor nucleare. Prima descoperire importantă avea să fie aceea a *neutronului*, produs prin bombardarea beriliului cu particule α . De fapt, neutronul nu a fost recunoscut ca atare atunci când a fost produs pentru prima dată, ci s-a crezut că este o rază γ , deoarece noțiunea de particulă fără sarcină, care astăzi ni se pare destul de simplă, apărea pe atunci — cu toate că Rutherford o prevăzuse — incompatibilă cu reprezentările existente.

După ce, prin experiențele lui Chadwick din 1932, neutronul a fost recunoscut și admis ca proton lipsit de sarcină pozitivă, s-a constatat că el reprezintă figura centrală a structurii nucleului. Curînd după aceea, Anderson a descoperit o altă particulă elementară, *electronul pozitiv*. Pozitronul asigura simetria necesară între pozitiv și negativ în relațiile dintre particule, iar prin greutatea sa de aproape 2 000 de ori mai mare decât a electronului corespundea mult mai bine decât protonul teoriei lui Dirac, potrivit căreia sarcinile pozitive din univers sînt, ca să spunem așa, piesele care lipsesc dintr-o sarcină negativă universală. Relația dintre

neutron și proton s-a vădit a nu fi de loc simplă, și, dacă mai înainte se presupunea că nucleul este format din protoni și electroni, acum a apărut cu mult mai corectă susținerea că nucleul e format din protoni și neutroni legați împreună de forțe puternice, pe care Yukawa le-a atribuit în 1935 unei particule intermediare ipotetice, *mezonul*. Acesta este un exemplu de particulă elementară preconizată mai întâi în mod teoretic și observată efectiv ulterior de către Anderson și Neddermeyer în 1936.

Dintre aceste particule, neutronul avea să se dovedească cel mai propice pentru producerea transformării nucleare. Ca particulă fără sarcină, neutronul putea să pătrundă mai adânc în substanță, să se apropie și să intre în nucleele cu sarcină pozitivă ale atomilor, care respingeau particulele α și protonii, care au sarcină pozitivă. Într-un interval scurt de șase ani, din 1932 pînă în 1938, au fost studiate efectele neutronilor asupra diferitelor nuclee. A fost o perioadă în care știința, în general, și fizica, în particular, aveau să simtă din ce în ce mai mult presiunea evenimentelor care au dus la al doilea război mondial. Venirea lui Hitler la putere alungase din Germania și mai târziu din Austria cea mai mare parte a marilor fizicieni. Activitatea acestora avea să îmbogățească și să accelereze progresele fizicii în Anglia, Franța și Statele Unite, în timp ce în Germania forțele reacțiunii, obscurantismului și corupției aveau să le frîneze.

Radioactivitatea artificială : reactorii nucleari

Prima descoperire crucială a fost făcută de Joliot-Curie, care a relevat că aproape toți atomii bombardați cu neutroni devin ei înșiși radioactivi. Consecința logică a acestei descoperiri a fost imensă. Aceasta însemna că radioactivitatea naturală reprezintă doar o rămășiță a activității atomilor care nu au avut timpul să ajungă în stări stabile. Radiul fusese deja folosit la determinarea vârstei rocilor Pământului, demonstrîndu-se că apariția scoarței Pământului trebuie să fi avut loc cam cu două miliarde de ani în urmă. Celelalte elemente însă fuseseră considerate mai mult sau mai puțin permanente. Acum se pune la îndoială și aceasta, iar cunoașterea transformărilor atomice putea fi folosită la explicarea modului în care apăruseră elementele.

Căldura Soarelui

Această concepție i-a călăuzit pe Gamov și Bethe atunci cînd au descoperit că sursa energiei solare constă în mecanismul fuzionării a patru atomi de hidrogen, din care re-

zultă un atom de heliu. Era dinainte evident că cea mai mare parte a energiei din univers provine din procesele nucleare. Atenția s-a îndreptat acum înspre lămurirea modului în care se eliberează această energie. Pe baza cercetării elementelor ușoare apărea o nouă chimie, chimia nucleară, care se ocupa cu serii de transformări și de stări stabile, asemănătoare cu cele care fuseseră găsite în chimia obișnuită (p. 529). Lu-crînd la celălalt capăt al scărilor atomice — bombardarea ele-mentelor grele cu neutroni —, Fermi a anunțat în 1936 că a obținut un număr de elemente mai grele decît oricare altele care se găseau în natură. Este cert că în majoritatea cazuri-lor a obținut astfel de elemente, însă a provocat totodată, fără să-și dea seama, și alte transformări care aveau să se dovedească mult mai importante.

Fisiunea nucleară, 1938

Pînă în 1937 toate transformările radioactive care avu-seseră loc constau în adăugarea de mici particule la nuclee sau în scoaterea lor din nuclee. Cel mai mare fragment smuls a fost o particulă α conținînd doi protoni și doi neutroni. În acel an însă, Hahn și Strassman au făcut des-coperirea că unele produse obținute prin iradierea uraniului cu neutroni aveau în general o masă atomică incomparabil mai mică, reprezentînd nici jumătate din aceea a atomului de uraniu. De data aceasta s-a înțeles că în atom se pro-ducea o scindare, iar nu pur și simplu smulgerea unei parti-cule oarecare, iar această constatare a fost considerată ime-diat ca plină de cele mai extraordinare consecințe.

Față de nucleele ușoare, nucleele grele pot să conțină un număr mult mai mare de neutroni în raport cu acela al protonilor. La dezintegrarea atomului de uraniu sînt puși în libertate în mod necesar cîțiva neutroni. Cînd acest fapt a fost înțeles în 1938 (datorită în mare măsură activității lui Joliot-Curie), posibilitatea transformării pe scară mare a nucleelelor a devenit o realitate. Avem de-a face în acest caz cu o reacție în lanț asemănătoare unei avalanșe. Dacă în-tr-un proces nuclear s-ar putea obține cedarea a mai mult decît a unui neutron util pentru fiecare neutron cheltuit inițial, reacția s-ar desfășura din ce în ce mai rapid. Dacă acestui proces i se permite să se continue necontrolat, se va produce o explozie, iar dacă va fi controlat, atunci rezulta-tul va fi un reactor nuclear producător de energie.

Reacțiile în lanț: bomba atomică și reactorul nuclear

Dacă această descoperire ar fi fost făcută în perioada mult mai liniștită a secolului al XIX-lea, aprofundarea ei ar fi continuat pînă la urmă numai în scopuri practice și poate că după vreo 50 de ani ea s-ar fi întruchipat în noi mașini generatoare de energie. S-ar fi putut, totuși, ca lipsa de stimulente financiare determinată de investițiile făcute în domeniul surselor de energie deja existente să țină în loc un timp nesfîrșit de lung această realizare. Dar, după cum se știe, descoperirea fisiunii nucleare a avut loc în ajunul unui nou război mondial. Din fericire pentru guvernele Angliei și Americii, în rîndurile fizicienilor lor s-au găsit cîțiva, îndeosebi dintre cei izgoniți de naziști și fasciști, care erau pe deplin conștienți de valoarea militară a descoperirii făcute. Poate și mai surprinzător este faptul că aceștia au reușit să convingă autoritățile civile și militare de necesitatea de a realiza proiectul respectiv cu cea mai susținută energie, în mare măsură sub motiv că, dacă nu o vor face, inamicul va fabrica cu siguranță el, cel dintîi, bomba atomică. Oamenii de știință germani, din nefericire pentru ei, și din fericire pentru restul omenirii, aveau alte păreri despre oamenii de știință ai aliaților. Lor li se părea de neconceput că alți savanți decît cei germani ar putea să producă vreodată bomba atomică și, în consecință, nu au găsit cu cale să se grăbească.^{6.45}

Cea mai rapidă aplicație a științei

Modul în care bomba atomică a fost realizată, experimentată și folosită ține astăzi de domeniul istoriei lumii, iar nu numai de cel al istoriei științei. Toate acestea au fost descrise, cu excepția „secretelor” prețioase, în sute de cărți și ziare.^{1.49 ; 6.13 ; 6.20} Aici trebuie numai să arătăm că ideile fizice conducătoare au provenit aproape direct din experiențe și calcule efectuate în cea mai mare parte în laboratoarele universitare din Europa. Faptul că bomba a fost realizată cu succes în Statele Unite s-a datorat, parte, împrejurării că această țară nu a constituit teatrul unei lupte militare, parte imenselor ei resurse tehnice, în special în domeniul chimiei. Aceasta a însemnat practic că bomba și, împreună cu ea, întregul utilaj și „secretul” degajării energiei atomice s-au găsit de la bun început în mîinile a trei sau patru mari trusturi americane din industria electrotehnică și chimică.^{6.1} Aceasta a constituit un motiv în plus pentru păstrarea strictă a secretului și pentru vădita reavoință manifestată după

terminarea războiului față de folosirea energiei atomice în scopuri pașnice.

Consecințele militare și politice ale producerii controlate de energie atomică vor fi examinate mai târziu. Aici este suficient să observăm că din punct de vedere tehnic ea reprezintă un nou salt important în direcția stăpînirii forțelor naturii de către om, un salt la fel de important și, poate, cu o valoare finală mai mare decît cele făcute prin descoperirea focului, agriculturii și aburului. S-ar părea că această descoperire a venit tocmai la timp, în special pentru țările istoricește dependente de cărbune, ca Anglia, unde ritmul consumului de energie crește mult mai rapid decît acela al producției de cărbune.

Costul energiei nucleare este de pe acum comparabil cu acela al energiei obținute prin ardere și este destul de rațional să ne așteptăm ca el să scadă tot mai mult, o dată cu folosirea reactorilor-reproducători, care produc o cantitate de material nuclear mai mare decît aceea pe care o consumă și care, în afară de uraniu, pot folosi drept combustibil și toriul mult mai abundent. O mie de ani și mai bine de acum înainte nu trebuie să existe nici o teamă că se va duce lipsă de combustibil nuclear. Ceea ce împiedică rapidă folosire practică a energiei atomice este, în primul rînd, cererea tot mai nesățioasă de armament. Chiar și în Anglia, unde se resimte o nevoie presantă de combustibil, toți noii reactori care vor fi construiți în viitorii cîțiva ani vor produce material nuclear pentru bombe, iar unii dintre ei sînt destinați în mod special acestui scop.^{8.32} Un al doilea impediment important privind nu atît construcția, cît perfecționarea este insuficiența cadrelor de oameni de știință și tehnicieni, datorită faptului că, în afara țărilor socialiste, nu s-a apreciat necesitatea unei educații științifice de masă. Totuși, chiar cu aceste întîrzieri, dacă războiul va putea fi evitat, era energiei nucleare se apropie cu rapiditate, iar spre sfîrșitul secolului această energie va constitui principala sursă de electricitate.

S-ar putea, totuși, ca pînă în cîteva decenii această energie să nu mai fie obținută prin fisiune nucleară, ci prin fuziune nucleară, cu alte cuvinte că vom produce bombe termonucleare cu ardere lentă. Kurceatov a și făcut cunoscute experiențe desfășurate în Uniunea Sovietică, în cursul cărora, în condiții de laborator, au fost generate temperaturi de ordinul unui milion de grade prin concentrație magnetică, dar nimeni nu știe, sau n-ar putea să spună chiar dacă ar ști, cît de departe ne aflăm de realizarea unui furnal termonuclear sau a unui soare artificial. O dată ce acesta s-ar înfăptui, nu am mai avea nici o grijă în privința energiei. Vom

putea avea atîta energie cîtă sîntem în stare să folosim (p. 598).

Omenirea și știința folosesc încă de pe acum produsele auxiliare ale producției de energie nucleară. Printre acestea se află mulți izotopi radioactivi (p. 526), de fapt atomi marcați corespunzînd unui mare număr din cele peste 100 de elemente existente sau care pot fi produse artificial. Acești atomi pot fi ușor descoperiți datorită radioactivității lor, astfel că pot fi folosite cantități extrem de mici de izotopi pentru a urmări tipurile de combinări și disocieri prin care trec atomii în cursul proceselor chimice, inclusiv transformările chimice care au loc în interiorul organismelor vii. Reactorii nucleari și produsele lor mai pot fi folosiți ca înlocuitori ai radiului, prea costisitor, și ca activatori ai polimerizării și ai întăririi maselor plastice.

„Atomii în slujba păcii”.

Conferința de la Geneva din 1955

Perspectivile producției de energie și ale altor aplicații utile ale fisiunii nucleare au devenit mult mai clare în urma conferinței internaționale pentru folosirea pașnică a energiei atomice, care s-a ținut la Geneva în august 1955; ea a constituit, prin sine însăși, un important simptom al slăbirii încordării internaționale. Înainte de conferință, asupra întregului domeniu al producerii energiei nucleare domnea cel mai mare secret, permițîndu-se accesul doar într-o măsură infimă la cele mai inofensive probleme. La Geneva, atomiștii din America, Anglia și Uniunea Sovietică au schimbat liber aproape toate informațiile pe care le dețineau, în afara celor referitoare la bombe, constatînd că în majoritatea cazurilor ei urmaseră aceleași căi. După cum a spus dr. Bhabha, reprezentantul Indiei și președintele conferinței, „cunoștințele odată împărtășite nu mai pot fi luate înapoi”. Conferința însăși a însemnat primul pas spre crearea unei atmosfere internaționale sănătoase în știință și a arătat că drumul spre progrese mai rapide se află mai degrabă în domeniul colaborării decît în acela al rivalității.

Razele cosmice și mezonii

O altă armă și mai puternică, dar pînă în prezent fără vreo aplicație militară, o oferă studiul razelor cosmice. Acestea au fost descoperite acum aproape 50 de ani, datorită efectului abia detectabil pe care îl produc asupra descărcării corpurilor bine izolate. Pas cu pas s-a stabilit originea lor în univers și marea lor forță de penetrație. Noi metode teh-

nice, bazate pe cercetarea de către Blackett și Skobelțîn a traiectoriilor descrise de particule individuale în camere Wilson și pe folosirea de către Powell a plăcilor fotografice, au dezvăluit o varietate considerabilă de particule, dintre care unele cu o energie atât de mare, încît nu numai că pătrund în nucleele atomice sau le scindează, dar le fac să explodeze în numeroase fragmente (planșa I, p. 593).

Din aceste studii reiese că electronul, protonul și neutronul nu sînt singurele particule elementare, ci că sînt particule stabile sau cu o durată mai lungă de viață. Mai există un număr foarte mare de particule intermediare nestabile, *mezonii* (p. 541). În momentul de față s-a constatat că există mai multe tipuri de mezonii, care se deosebesc prin masa, sarcina și durata de existență. Alături de ei trebuie menționați și *antiprotonii*, sau protonii negativi, precum și *hiperonii*, și mai grei decît protonii. Descoperiți la început în razele cosmice, ei pot fi obținuți acum în acceleratorii de particule *.

În 1933, pentru a explica pierderea aparentă de energie în cursul dezintegrării, Pauli a recurs la ideea existenței unei particule fără sarcină electrică. Dar, vreme de 23 de ani, existența unei asemenea particule, neutrino, a rămas aproape ipotetică. Deși savanții și-au dat seama că, în cazul cînd radiația de neutrini există, Pămîntul trebuie s-o primească în cantități enorme de la Soare, interacțiunea infimă a neutrinelui cu substanța obișnuită a făcut ca detectarea lui să fie practic imposibilă pînă la progresul înregistrat în ultimul timp în construcția de utilaje mai bine puse la punct și mai sensibile. Aceasta este o strălucită demonstrație a convergenței teoriei și practicii în fizica nucleară. De atunci experiențele asupra particulelor elementare i-au permis științei să ajungă la încă o descoperire fundamentală. Este vorba de demonstrarea în 1957, de către Yang și Lu, a faptului că așa-numita „paritate” nu se păstrează în procesul transformărilor reciproce ale acestor particule.

Aceasta înseamnă că o particulă în mișcare are o orientare preferențială a spinului și că universul nu este indiferent față de orientarea spre dreapta sau spre stînga a particulelor elementare.

Descoperirea particulelor cu o durată de existență scurtă ne arată că ceea ce știm noi despre lume este o cunoaștere pe care facultățile noastre perceptive o limitează considerabil. Există multe lucruri care pot juca în natură un rol extrem de important, dar pe care noi nu le percepem fie pentru că sînt prea mici, fie pentru că se transformă prea repede. Tot ceea ce noi considerăm permanent corespunde doar unei etape dintr-o serie de transformări succesive, iar elementele savanților din epoca victoriană, ca și acelea ale

lui Heraclit, se găsesc în stare de curgere permanentă. Curgerea poate să nu se desfășoare întotdeauna cu aceeași viteză. Există nenumărate dovezi că majoritatea covârșitoare a elementelor pe care le cunoaștem astăzi pe Pământ s-au constituit prin procese care, deși de o forță considerată mai mare, sînt de același tip cu cele care se petrec în reactorii nucleari. Simplul fapt al existenței lor, ca și abundența sau raritatea lor relativă, reprezintă baza unor deducții referitoare la împrejurările în care s-au format sistemul solar și planetele acum vreo patru miliarde de ani.

Universul în expansiune

Progresele fizicii nucleare au survenit într-o epocă în care dovezi de alte ordine indicau că universul s-a format pe cale evolutivă. Treptat, folosind observațiile efectuate cu ajutorul telescoapelor gigantice — dintre care cel mai important a fost acela de 2,51 m de la observatorul Mount Wilson, terminat în 1915 —, astronomia a ajuns să determine dimensiunile Galaxiei noastre, apoi distanțele pînă la nebuloasele apropiate și îndepărtate. Cînd aceste măsurători au fost confruntate cu observațiile asupra spectrelor nebuloaselor, s-a descoperit o deplasare spre roșu cu totul neprevăzută, pîrînd a arăta că o nebuloasă, cu cît se găsește mai departe, cu atît se îndepărtează de noi cu o viteză mai mare. Se părea că ideea expansiunii universului este incontestabilă și că în trecutul îndepărtat el trebuie să fi ocupat considerabil mai puțin spațiu decît ocupă astăzi. În 1927 Lemaître a emis ipoteza riscantă că toată materia universului fusese concentrată într-un singur atom, un fel de ou cosmic, care s-a sfărîmat în bucăți în prima și cea mai mare explozie atomică, nu acum 4 000 de ani, cînd ar fi avut loc facerea potrivit Bibliei, ci acum 4 miliarde de ani. Această părere nu a rămas necombătută; există numeroase alte teorii alternative, începînd cu cele care pun la îndoială faptul că deplasarea spre roșu ar însemna în adevăr expansiunea universului și sfîrșind cu acelea care postulează nu o singură creație inițială a materiei în univers, ci o creație continuă.^{6.14 : 6.50} Între timp, observații asupra nebuloaselor apropiate și depărtate par să dezvăluie faze intermediare ale formării stelelor și, poate, a sistemelor planetare. Fesenkov a fotografiat la Alma-Ata roiuri stelare ce par să fie noi și să se condenseze în fragmente de materie nebuloasă. În momentul de față, observațiile, experiențele și teoriile se găsesc într-o asemenea prefacere continuă, încît singurul lucru care pare stabilit este că universul are o istorie.

Urmărind această istorie, este probabil că vom putea afla abia de acum încolo multe despre natura materiei și radiației, cât și despre lumile astrale îndepărtate. Într-adevăr, noile descoperiri, în special aceea a mezonilor și a dezintegrărilor atomice pe care le produc, au pus la grea încercare teoriile fizicii actuale, mai ales cele referitoare la legile de interacționare a particulelor elementare și la compoziția nucleului. Teoriile care există în acest domeniu — și trebuie să recunoaștem că sînt multe fenomene care nu se încadrează în nici un fel de teorii — sînt construite pe baza improvizării ad-hoc a unor analogii ale teoriei cuantelor, aplicată forțelor mult mai puternice și distanțelor mult mai mici din domeniul fizicii nucleare. Iar întrucît ele conțin termeni ca „sferă de cristal tulbure“, „numere magice“ și „stranietatea“ numerelor cuantice, ele au un oarecare iz magic-cabalistic. Există, totuși, anumite indicii că începe să se contureze o explicație mai cuprinzătoare a structurii nucleare, fie și numai în formulele excesiv de matematice ale teoriei lui Brückner.

S-ar putea să fie nevoie însă de o revizuire mult mai radicală a teoriei relativității și a celei cuantice, nu prin adaptarea actualelor teorii, acceptînd ipotezele pe care se întemeiază ele, ci prin reexaminarea profundă a bazelor lor logice și filozofice. Tocmai astfel au fost răsturnate teoriile mai vechi; mai întîi s-au acumulat date pozitive obținute din experimentele pe care teoria clasică nu le putea explica, iar apoi s-a trecut la examinarea critică a raționamentelor pe baza cărora fusese construită. De fapt, orice teorie nouă trebuie să explice toate sau majoritatea fenomenelor descoperite, însă ea va fi acceptată numai dacă pe lîngă explicarea lor poate servi și la îmbinarea mai reușită a unor domenii mai largi de experiență.

În momentul de față intrăm într-o nouă fază a criticii teoriei fizice, în care *nemulțumirea* vădită a fizicienilor matematicieni față de neconcordanța și de ineleganța teoriei cuantice și teoriei relativității inspiră noi eforturi pentru reconsiderarea lor radicală. Atacul pornește din toate părțile, de la giganții generației mai vechi, Einstein, de Broglie, Dirac și Frenkel, ca și de la fizicienii mai tineri, Blohinteț, Jánossy, Bohm și Vigier. Cu toată diversitatea lor, noile teze au țeluri comune. Unul dintre ele este elaborarea unei teorii generalizate a cîmpului, care să reunească două teorii pînă acum separate: aceea a relativității și aceea a cuantelor. Al doilea constă în înlăturarea indeterminismului noii teorii cuantice, legat în special de numele lui Bohr și Heisenberg.

Victoria va fi a celui care va putea explica în mod satisfăcător noul și mult mai bogatul domeniu de fenomene fizice: forțele intranucleare și comportarea mulțimii de particule elementare efemere și stabile. Deocamdată este prea devreme pentru a spune la ce vor duce toate aceste încercări, dar este clar că rezultatele vor fi cu totul diferite de concepția ortodoxă acceptată în ultimii 25 de ani (p. 604 și urm.). (nota la p. 537).

10. 4. Electronica

Radioul și ionosfera

Am urmărit aici problemele fizicii nucleare pînă la nivelul cunoștințelor noastre actuale. Însă fizica nucleară, deși reprezintă avanpostul cel mai înaintat al pătrunderii experimentale și teoretice în necunoscut, nu constituie întreaga fizică și nici măcar cea mai utilă parte a ei. De fapt, ea nu ar fi putut lua ființă dacă în același timp nu s-ar fi făcut mari progrese în alte domenii ale fizicii. Cele mai importante au fost realizările în domeniul undelor radiofonice și în acela al electronicii. Aici dezvoltarea fizicii a mers paralel cu aceea a industriei. Undele electromagnetice, după cum am văzut, fuseseră descoperite de Hertz în 1886, pe baza teoriei lui Maxwell asupra naturii și proprietăților lor. Aceste unde au fost folosite practic abia la sfîrșitul secolului. Între timp, interesul pe care îl stîrniseră a dus la experimentarea lor cu succes în numeroase țări, printre mulți alții de către Oliver Lodge în Anglia, Popov în Rusia și Bose în India. Succesul comercial deplin nu l-a obținut însă omul de știință cu pregătire specială, ci constructorul amator, înzestrat și optimist.

Un fizician lucid ar fi afirmat la începutul secolului că nu este cu puțință să se trimită unde electromagnetice pe distanțe mari, că ele ar porni-o frumuseț de pe suprafața globului în aer, de unde nu s-ar mai întoarce înapoi. Totuși, Marconi, care era prea puțin fizician pentru a crede așa ceva, a încercat să trimită semnale radiofonice peste Atlantic, și acestea au fost în adevăr recepționate de cealaltă parte a oceanului. Aceasta însemna că trebuie să existe un fel de oglindă care să reflecte undele radiofonice, trimițîndu-le înapoi pe Pămînt. După 1920 sir Edward Appleton a întreprins studiul acestei probleme și a reușit să arate că asemenea straturi, constituite din ioni produși de radiația solară, există nu numai la unul, ci la mai multe nivele ale învelișului atmosferic, constituind ceea ce se cheamă *ionosfera*. El a măsurat înălțimea acestor straturi, trimițînd în

sus semnale foarte scurte și consemnând timpul necesar pentru reflectarea lor. Metoda lui Appleton a stat la baza instalației de *radar*, creată în cursul celui de-al doilea război mondial, fiind în esență aceeași cu metoda ascultării ecoului, folosită în primul război mondial pentru localizarea submarinelor după propagarea mult mai înceată a undelor sonore în apă, și, de asemenea, cu metoda folosită de lilieci pentru a se feri de obstacole în întuneric.

Tubul electronic

Succesul spectaculos și neașteptat al lui Marconi a asigurat dezvoltarea rapidă a comunicațiilor radiofonice, folosite mai întâi pentru ținerea legăturii cu vapoarele în largul mării. Totuși, ea nu ar fi dobândit importanța pe care o are acum în viața de fiecare zi dacă nu s-ar fi inventat tubul electronic (lampa de raiu). Această contribuție importantă la fizica electronică a secolului al XX-lea s-a datorat în egală măsură industriei și științei. Transformarea ei, în mai puțin de zece ani, dintr-o curiozitate de laborator într-o marfă de largă circulație dă o măsură a ritmului rapid în care industria poate să absoarbă și să utilizeze fizica secolului al XX-lea. Observațiile inițiale care au dus la realizarea tubului electronic au provenit din domeniul industriei, respectiv din laboratorul lui Edison de la Menlo Park. Edison observase încă în 1884 că filamentul incandescent al unui bec electric putea reține o sarcină pozitivă, nu însă și una negativă. El a introdus o placă metalică în interiorul becului și a constatat că putea face să treacă un curent de la placă la filament, dar nu și de la filament la placă. Aceasta a fost prima valvă electrică, iar acțiunea ei a fost imediat explicată prin teoria electronilor a lui J. J. Thomson. Firul incandescent al filamentului emitea electroni, care se deplasau spre placă numai dacă aceasta avea sarcină pozitivă, însă placa rece de metal nu-i putea ceda nici chiar atunci când avea sarcină negativă. Dependența tubului de proprietățile electronilor justifică denumirea lui modernă de tub *electronic*. Tubul cu doi electrozi a fost găsit util ca dispozitiv de redresare în telegrafia fără fir. El a fost, totuși, modificat într-un mod oarecum empiric, în 1905 de Forest, care i-a adăugat încă un electrod în formă de grilă, transformându-l în tubul cu trei electrozi (triodă), ceea ce i-a conferit posibilități cu adevărat revoluționare de amplificare și de generare a undelor. Acest dispozitiv a făcut posibilă radiotelefonie și radiofonie și constituie baza întregii tehnici de înaltă frecvență actuală, atât în radiofonie, cât și, într-o măsură din ce în ce mai mare, în electroenergetică.

Amplificarea și regenerarea

Trioda, împreună cu numeroșii și complicații ei descendenți, nu este o simplă lampă și, de fapt, nici nu este o lampă. Adevărata ei originalitate constă în faptul că este un dispozitiv de amplificare; ea permite transformarea unor mici variații de voltaj sau de curent în altele mai mari. Principiul *amplificării* constă în aceea că mici variații de energie pot fi făcute să dirijeze variații mari. Dintre dispozitivele mai vechi, pîrghia mărește acțiunea mecanică, iar lentila mărește imaginile, însă în toate aceste cazuri are loc pur și simplu o transmitere a energiei aplicate, din care o parte se pierde întotdeauna. În *amplificarea* pe care o efectuează un tub electronic, energiei primite dinafară i se imprimă modulații cu ajutorul unor cantități de energie mult mai mici. Tubul electronic este tipul de dispozitiv care funcționează mai degrabă pe baza *informației* decît a energiei. El a fost, de fapt, primul dispozitiv *cibernetice* efectiv manijabil (p. 556), reprezentînd un salt uriaș de la precursorii săi rudimentari: regulatorul unui ceasornic medieval sau releul electric al secolului al XIX-lea. Cuplînd un tub electronic cu un circuit rezonant, se pot genera oscilații cu o anumită frecvență, efectuînd o conexiune inversă. Aceste două proprietăți, *amplificarea și regenerarea*, sau *conexiunea inversă*, fac din tub și un instrument de observație și, totodată, unul de lucru. Tubul electronic este, poate, produsul cel mai caracteristic al tehnologiei secolului al XX-lea.

Dezvoltarea fabricării tuburilor electronice și-a găsit baza în producția becurilor electrice; pe de altă parte, exigențele tot mai mari față de tuburile electronice au stimulat tehnica vidului. Progresul acesteia a fost considerabil accelerat de folosirea tuburilor în comunicațiile radiofonice în ultimii ani ai primului război mondial, iar curînd după aceea de cererea masivă de aparate de radio. Pe de altă parte, de îndată ce a putut fi fabricat ieftin și pe scară largă, tubul electronic a putut reveni în slujba științei fizice. Nu ne putem închipui cum ar fi reușit știința fizică să realizeze succesele înregistrate în al doilea pătrar al secolului al XX-lea dacă nu s-ar fi produs această extindere universală a tuburilor electronice, care au putut fi fabricate la un preț suficient de ieftin tocmai datorită largii lor utilizări industriale. Realizările tehnologice în domeniul tensiunilor înalte, al vidului și al tuburilor electronice au dus în mod firesc în secolul al XX-lea la o apropiere a fizicii academice și a industriei electrice, tot atît de strînsă ca aceea care a existat între chimia academică și in-

dustria chimică în secolul al XIX-lea. O nouă știință aplicată a luat naștere, căpătînd denumirea destul de nimerită de *electronică*.

Radioul și radarul

Primele utilizări ale electronicii au constat în perfecționarea și dezvoltarea radiocomunicațiilor. A existat o tendință permanentă spre lungimi de undă din ce în ce mai scurte, în parte datorită epuizării benzilor de frecvență disponibile prin creșterea neconținută a numărului stațiilor de radioemisiune. Un alt avantaj al lungimilor de undă scurte constă în posibilitatea mărită de a dirija energia radiată în direcția dorită. Radioul dirijat a luat naștere din nevoia de a detecta originile furtunilor care provoacă paraziții atmosferici, iar mai târziu a fost folosit pentru emisiuni radiofonice la mari distanțe, cu fascicule dirijate. Precizia direcției însă depindea, în esență, de folosirea unor unde din ce în ce mai scurte, iar aceasta, la rîndul său, a influențat fabricarea tuburilor și circuitelor electronice pentru generarea acestor unde.

De la undele dirijate era firesc să se treacă la studiul reflexiei și, de aici, la radar. Stimulentul direct al realizării practice a radarului l-a constituit primejdia atacurilor aeriene care plana asupra lumii înainte de cel de-al doilea război mondial. La puțin timp după ce s-a pus problema detectării prezenței unui avion prin reflexia unui pachet de unde electromagnetice, o intensă cercetare științifică, organizată, a dus la rezolvarea ei efectivă. În Anglia, datorită inițiativei firmei Watson-Watt, a fost realizat un ecran de radar tocmai la timp pentru a împiedica invazia aeriană în al doilea război mondial. Curînd după aceea s-a obținut un nou mare progres prin invenția magnetronului cu cavități rezonatoare ca sursă puternică de unde centimetrice, ceea ce a permis să se obțină o mult mai mare precizie în locarea avioanelor. Pe măsură ce războiul înainta, radarul a ajuns să aibă un număr din ce în ce mai mare de aplicații: pentru orientarea aeriană, fotografierea din avion, controlul zborurilor avioanelor, iar apoi al bombelor și al proiectilelor.

Undele scurte : radioastronomia

La sfîrșitul războiului, utilajul radiofonic de unde scurte și ultrascurte devenise obiectul producției curente — realizare care în timp de pace ar fi necesitat numeroși ani —, iar prin undele scurte omul a dobîndit un nou gen de organ senzorial cu care se pot efectua observații și comunicații la distanțe

lungi și medii, organ mai bine adaptat decât oricare altul care folosește lumina obișnuită. În timp ce prin mijloacele optice curente se poate aprecia numai direcția și natura unui semnal îndepărtat, radarul permite în plus determinarea distanței. De aceea aceste noi metode pot fi folosite în domeniul astronomiei, oferind posibilitatea unor verificări utile, ca, de pildă, a distanței până la Lună. O constatare surprinzătoare a fost aceea că Soarele și stelele emit și ele radiații similare, ceea ce a determinat crearea unui nou gen de astronomie, *radioastronomia*, care a relevat existența stelelor invizibile.

Tuburile catodice și televiziunea

Începînd cu primele experimente ale lui J. J. Thomson, fasciculele mobile de electroni au fost folosite, în diferite variante de tuburi catodice, pentru analiza curenților rapid variabili prin transformarea lor în imagini vizuale mobile. Oscilograful catodic reprezintă un fel de microscop al timpului, în stare să urmărească schimbări mult mai rapide decât orice sistem de pîrghii mecanice sau de oglinzi. Întrebunțările sale în știință și industrie sînt variate. În prezent, el este bine cunoscut de milioane de oameni ca ecran de televizor. În televiziune, fascicule mobile de electroni sînt folosite în emițător pentru a explora sarcinile electrice obținute pe cale fotoelectrică, de imaginea dată de o lentilă. Distribuirea sarcinilor este reprodusă de un alt fascicul mobil sincronizat, care le transformă din nou într-o imagine, imprimată pe ecranul fluorescent al receptorului. Televiziunea s-a dezvoltat încet nu pentru că principiile ei nu au fost înțelese prea devreme (propunerile lui Campbell Swinton, care au mers, în general, pe aceeași linie ca și cele aplicate în prezent, au fost făcute în 1911) și nici din cauza dificultăților tehnice legate de obținerea imaginilor sau de transmisiunea undelor scurte pe bandă lată. Ea a rămas în urmă datorită în primul rînd faptului că marile firme de aparate electrice și chiar noile firme care s-au dezvoltat o dată cu radioul erau prea interesate de profituri imediate pentru a se lansa în investiții costisitoare pentru dezvoltări tehnice. Meritul de a fi realizat progrese hotărîtoare și de a fi convins lumea comercială că se puteau scoate bani din televiziune a revenit unor amatori entuziaști ca Baird (1888—1946), care dispuneau de o aparatură primitivă.

Deși televiziunea a fost rezultatul cel mai direct al posibilității transmiterii imaginilor prin metoda razelor catodice, nu a fost totuși singurul. Necesitățile războiului, mai ales aceea de a vedea fără a fi văzut, au dat naștere multor altor aparate de acest gen. Nenumărate receptoare, dispo-

zitive și circuite pentru explorarea și transmiterea imaginilor permit ca în prezent, pornindu-se de la orice fel de radiație inițială — raze X, ultraviolete, infraroșii sau unde scurte de radio —, să se producă cu ajutorul tuburilor catodice imagini vizibile. Importanța acestei posibilități de sporire a capacității umane de percepție este considerabilă, deoarece mai mult de jumătate din creierul omenesc lucrează la procesul vederii și al interpretării a ceea ce vede. Complexul ochi-creier, după cum a arătat Wiener,^{6,70} este el însuși un circuit nervos, extrem de compact și de eficient pentru recunoașterea, analizarea și urmărirea imaginilor. A face un fenomen vizibil înseamnă a spori considerabil capacitatea noastră de a-l înțelege.

Predictori electronici și servomecanismele

Un alt produs colateral neprevăzut al dezvoltării radio-tehnicii în timpul războiului l-a constituit formarea de asocieri între receptori și servomecanisme, prin legături electronice realizate în predictori, iar mai târziu în mașinile de calcul. Aceste dispozitive au fost folosite inițial în artilerie, pentru operațiile de ochire, dirijare, orientare și tragere, începând cu sistemele de tunuri antiaeriene dirijate prin radar și terminând cu milioanele de proiectile lansate de acestea și dirijate prin radio. Aceasta a adăugat o nouă dimensiune producției mecanice. Tot așa cum o unealtă reprezintă un înlocuitor al ghearelor sau dinților, iar mașina un înlocuitor al brațului și al corpului care mînuiește unealta, tot astfel servomecanismul electronic reprezintă un înlocuitor al omului întreg : ochi, creier și mînă laolaltă. Un asemenea mecanism permite extinderea automatizării de la mișcarea obișnuită de formă regulată, pentru care vechea mașină era suficientă, la alta în cursul căreia pot avea loc variații între limite foarte largi.

Un servomecanism trebuie să conțină elemente senzoriale, cum ar fi fotocelulele, și elemente motorii, cum ar fi motoarele electrice. El trebuie să conțină, de asemenea, o anumită conexiune a acestor elemente care să asigure comenzi fixe, comenzi condiționate și chiar mesaje prealabile prin care diferite impulsuri primite de dispozitiv sînt transformate în răspunsuri externe adecvate, cu ajutorul unor circuite, despre care vom vorbi mai amănunțit în legătură cu mașinile electronice de calcul.

În momentul de față, combinînd circuitele cu tuburi electronice în diferite moduri, natura suplă și clară a mișcărilor electronice a început să fie folosită în multe dintre scopurile pentru care în trecut era nevoie de mintea omenească. Ceea

ce s-a realizat constă în accelerarea efectivă, de câteva sute de mii de ori, a vitezei tuturor operațiilor în care este vorba de informații, mai degrabă decât caracterul de masă, astfel încât ceea ce prin mijloace mecanice se efectua într-un minut, datorită inerției materiei, acum se poate efectua în a zecea mia parte dintr-o secundă.

În același timp, într-un spațiu extrem de mic sînt concentrate circuite electrice care, dacă ar fi înlocuite prin dispozitive acționate mecanic, ar ocupa un loc de câteva mii de ori mai mare. Acest proces al *miniaturizării* este de-abia la început, dar unele realizări obținute în această direcție în timpul războiului arată că el are perspective mari. Ideea că o instalație completă de radioemisiune și radiorecepție ar putea avea dimensiuni atît de mici și un cost atît de neînsemnat încît să poată fi montată în orice proiectil antiaerian tras și pierdut ar fi părut fantastică chiar și la începutul războiului. În prezent este un lucru obișnuit, iar realizările mai noi dau certitudinea că acest proces de accelerare în timp și de comprimare în spațiu va merge mult mai departe. În *tranzistorul* de germaniu, descendent al detectorului cu cristal de mult uitat din primele timpuri ale radiofoniei, mișcarea electronilor în vid este înlocuită prin mișcarea lor într-un cristal semiconductor. În multe cazuri, îndeosebi acolo unde este important ca dimensiunile să fie mici, tranzistorul a și înlocuit tuburile electronice. El va fi completat, probabil, cu alte materiale noi pentru a se obține o sensibilitate încă și mai mare. O funcțiune asemănătoare este îndeplinită de substanțele cu magnetism remanent care constituie *elementele decisive* ale stocării informației.

Mașinile electronice de calcul : cibernetica

Adevărata noutate a dispozitivelor electronice moderne nu constă atît în părțile lor componente, cît în conexiunile acestora. Tot în scopuri de război a fost nevoie să se realizeze dispozitive care să poată aduna și calcula cu viteza necesară efectuării operațiilor complicate de determinare a direcției și distanței, cît și de calculare a traiectoriilor parcurse de proiectile și de rachete. Aceasta a făcut posibilă realizarea, către sfîrșitul războiului, a primelor mașini de calcul pur electronice. În construcția lor s-a pornit de la punctul la care mașina de calcul mecanică se oprise cu 100 de ani în urmă, cînd Babbage încercase, cu cheltuieli imense, să creeze o mașină care să calculeze tabelele matematice mai repede și mai exact decât o puteau face oamenii. În prezent, noi abia începem să ne dăm seama de posibilitățile calculului electronic. Dispunem de un

mijloc generalizat de a traduce în fluxuri de electroni procesele complicate și ordonate care se desfășoară în mintea calculatorului.

O astfel de mașină nu numai că poate executa cu precizie comenzile care i se dau, dar poate — și în aceasta constă nouitatea esențială — să reacționeze în fața unor situații neprevăzute, legate de rezultatele primelor stadii ale propriilor ei calcule. Ca și servomecanismele — categorie din care face parte ca tip extrem de specializat și perfecționat —, ea poate să reacționeze față de evenimente neprevăzute și selectând rezultatele concordante și eliminând pe cele neconcordante, începe să manifeste anumite caracteristici de *judicare și învățare*, alegând căi mai ușoare pentru efectuarea operațiilor care au mai fost făcute o dată și stabilind astfel într-o anumită măsură, în timp ce funcționează, regulile ei proprii. În tot acest proces ea trebuie să conțină un mare număr de date sau *biți* de informație, unele primite din afară, altele provenite de la funcționarea mașinii, care se cer păstrate la infinit spre a mai fi folosite, fiind disponibile la comandă. Această stocare o asigură *memoria*, un element esențial al calculului electronic, și în timp ce un anumit număr de „memorii”, care se află de pe acum în uz, au un caracter static, adică informațiile se imprimă prin înscriere pe file metalice sau pe discuri foarte fin gradate, altele sînt memorii circulante, comportîndu-se ca un flux continuu de semnale asemenea undelor de presiune într-un lichid și regenerîndu-se într-o formă identică ori de cîte ori este nevoie. Schematic, aceste „memorii” seamănă cu un flux rapid și continuu de impulsuri nervoase, care prin sistemul lor specific pot servi ca mecanism de păstrare a amintirilor noastre timp de mulți ani (p. 668). *Cibernetica* sau știința conducerii — după cum a arătat Wiener în cartea sa care are ca titlu numele noii discipline — reprezintă de fapt o nouă ramură creatoare a științei, care leagă matematica, electronica și tehnica comunicațiilor, în frunte cu noua ramură a matematicii numită *teoria informației*,^{8.60} pe de o parte, cu fiziologia sistemului nervos și chiar cu psihologia, pe de altă parte. Posibilitatea de a se construi ceva ce reprezintă în mod efectiv mașini care gîndesc, oricît de scăzut ar fi nivelul gîndirii lor, va avea, fără îndoială, o influență profundă nu numai asupra științei, dar și asupra economiei și vieții sociale (p. 669).

Natura ondulatorie a electronului

În timp ce cunoașterea și utilizarea undelor electromagnetice lungi duceau la realizarea de noi telescoape, cunoașterea și utilizarea electronilor înșiși duceau la realizarea de noi microscopae. În teoria sa din 1924, de Broglie presupusese că

fiecare electron este însoțit de o undă de lungime invers proporțională cu viteza lui. Trei ani mai târziu, Davisson și Germer au descoperit, întâmplător, difracția electronilor de către cristale, analogă difracției razelor X de către cristale, demonstrată cu 40 de ani înainte. Noua descoperire ar fi putut să fie făcută cu prilejul încercării de a se verifica teoria lui de Broglie. De fapt, ea a fost făcută pe cale pur experimentală și, în afară de aceasta, destul de târziu. S-ar fi putut observa difracția electronilor chiar înaintea descoperirii razelor X, întrucât încă din 1894 fascicule subțiri de electroni fuseseră proiectate prin plăci metalice, însă nimeni nu s-a gândit să fotografieze raza generată. Dacă difracția electronului ar fi fost observată și apoi s-ar fi dedus de aici natura ondulatorie a electronului, întregul curs al dezvoltării fizicii din secolul nostru ar fi fost schimbat și probabil mult accelerat, deși aceleași descoperiri ar fi fost făcute, probabil, într-o altă ordine.

Microscopul electronic

Ideea folosirii câmpurilor de deflecție electrică și magnetică pentru focalizarea electronilor a fost aplicată inițial încă înainte de a fi fost recunoscut paralelismul dintre electroni și lumină, în dublul lor rol de particule și unde. În prezent știm cum să concentrăm și să focalizăm electronii pentru a utiliza toate metodele refracției și interferenței folosite în instrumentele optice obișnuite. Dificultățile întâmpinate la început au fost, în esență, de ordin experimental, deoarece electronii se pot mișca liber numai în vid, iar „lentilele” corespunzătoare trebuiau să fie câmpuri electrice și magnetice; aceste dificultăți au fost însă învinse pe măsură ce metodele tehnice au fost perfecționate și s-a dezvoltat o nouă știință: optica electronică. Marea ei victorie a constituit-o *microscopul electronic*. Dimensiunile obiectului care pot fi observate la microscopul obișnuit sînt limitate din cauza undelor grosolane pe care le folosește, căci, deși pentru simțurile noastre o undă de lumină este ceva extrem de mic — mai puțin de o miime dintr-un milimetru —, ea este totuși de vreo 2 000 de ori mai mare decît un atom. La rîndul lor, lungimile undelor electronice pot fi mult mai scurte și este convenabil să le folosim pe acelea care au o lungime de aproximativ o zecime din diametrul atomic. Printr-o combinare de lentile electrice sau magnetice devine deci posibil să se imite un microscop în care să se realizeze o mărire de o sută sau de o mie de ori superioară aceleia care se poate obține cu un microscop obișnuit. Fizicianul Ruzcka a reușit să realizeze aceasta în 1937, cînd a construit primul microscop electronic. Ulterior, aceste microscopae au fost foarte mult perfec-

ționate în ceea ce privește puterea de mărire, astfel încât cu ajutorul lor pot fi văzute distinct chiar molecule individuale.

Ca instrument de observație, microscopul electronic reprezintă un progres și mai mare, în comparație cu microscopul obișnuit, decât l-a reprezentat acesta în comparație cu ochiul

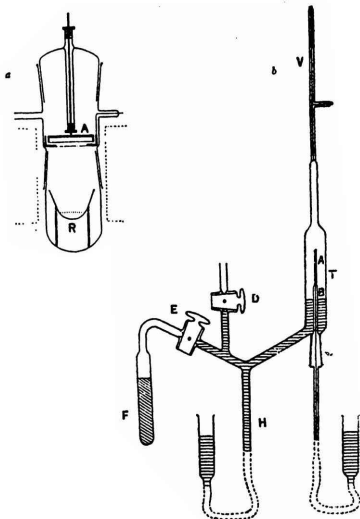


Fig. 15. DOUA EXPERIENȚE DECISIVE FĂCUTE DE RUTHERFORD ASUPRA RADIOACTIVITĂȚII. SE REMARCA EXTREMA SIMPLICITATE A APARATULUI FOLOSIT (a) Determinarea sarcinii purtate de particulele α . Particulele α emise de sursa R sînt colectate în electrodul izolat A.

După revista „Proceedings of the Royal Society”, A. 81, 162 (1908).

(b) Identificarea particulei α ca ion de heliu. Emanația de radium este introdusă în tubul A. Particulele ce trec prin pereții lui subțiri sînt detectate prin spectrul lor în tubul de descărcare V.

Extras din revista „Philosophical Magazine”, 17.281 (1909).

liber. El ne dă posibilitatea să vedem și să fotografiem întreaga gamă a structurilor, de la cele care pot fi văzute clar printr-un microscop obișnuit pînă la cele care au practic dimensiuni atomice. El constituie mijlocul cel mai direct de a aduce structura obiectelor în raza de acțiune a organelor noastre de simț. Ca atare, el are o mare importanță filozofică, deoarece pune în evidență realitatea sensibilă a unor unități ca moleculele, considerate la început ca simple abstracții. Structurile cu astfel de dimensiuni sînt deosebit de interesante și semnificative pentru înțelegerea proprietăților caracteristice ale vieții. Virusurile și bacteriofagii devin vizibili și distincti, pentru prima oară, cu ajutorul microscopelor electronice, iar pătrunderea în detaliile mai fine ale structurii unor țesuturi, cum sînt

mușchiul și pielea, începe să dezvăluie cîte ceva din cauzele care fac ca ele să posedे însușirile specifice și utile de care dau dovadă în organisme vii. S-a putut demonstra chiar că mitocondrii și alte subunități descoperite înăuntrul celulelor au o structură internă ierarhizată, dezvăluindu-se astfel, pentru prima dată, o arhitectură intracelulară bănuită de multă vreme. În prezent, scara măririi este atît de mare (1 000 000), încît a devenit posibil să se interpreteze observațiile microscopice în lumina modelelor moleculare, a căror comportare fusese stabilită de biochimie; în felul acesta s-a obținut, în principiu, ultima verigă a lanțului dintre atom și organism. Folosirea microscopului electronic va avea ca urmare apariția unei întregi noi biologii ^{8,34*} (planșele 3 și 4).

10. 6. Fizica și structura materiei

Structura moleculară și chimia

Cu mult înainte de realizarea microscopului electronic fusese perfecționată o metodă mult mai puternică, deși indirectă, de observare a unor structuri și mai fine, ca urmare a descoperirilor făcute de von Laue și cei doi Bragg în domeniul difracției razelor X în cristale (p. 528). Aceste metode de analiză a structurii cristalelor sînt acum atît de perfecționate, încît a devenit posibil ca într-un foarte mare număr de cazuri să se determine cu exactitate pozițiile, dimensiunile și formele atomilor în molecule destul de complicate. De pildă, structura moleculei de penicilină a fost stabilită inițial numai prin metoda razelor X, înainte de a fi fost confirmată prin analiza chimică. ^{8,85*} Analiza cu ajutorul razelor X a arătat că atomii sînt corpuri distincte, mai mult sau mai puțin sferice, de diferite dimensiuni corespunzătoare structurii lor interne, păstrînd între ele, înăuntrul moleculelor sau în cristale, distanțe relativ constante și măsurabile. S-a demonstrat că modelele moleculelor imaginate de Kekulé și de chimiștii organici din secolul al XIX-lea, pentru a da o reprezentare intuitivă a consecințelor logice ale reacțiilor chimice, au o bază materială și spațială. Razele X nu sînt singurele radiații cu lungimi de undă scurte care pot fi folosite pentru descoperirea structurii moleculelor și cristalelor. Difracția electronică a fost și ea mult folosită, în special pentru studierea efectelor de suprafață, care prezintă adesea o importanță practică vitală și pentru determinarea structurii moleculelor în gaze. De curînd a fost folosită, de asemenea, difracția prin cristale a neutronilor din reactorii nucleari, metodă care prezintă marele avantaj de a procura informații asupra nucleelor atomice și nu asupra norilor de electroni. Așa s-a descoperit existența

antiferomagnetismului, în care momentele magnetice ale atomului sînt astfel distribuite, încît se neutralizează reciproc, în loc să se adune, cum se întîmplă, de pildă, în fierul feromagnetic.

Vibrația internă a moleculelor

Imaginea structurii moleculelor obținută cu ajutorul razelor X a fost inevitabil statică. Ea era rezultatul unei expunerii îndelungate, la care nu se putea distinge nici o mișcare internă; însă fizica secolului al XX-lea avea să înlăture această deficiență și să obțină informații asupra comportării dinamice a moleculelor, ceea ce echivala cu prezentarea cinematografică a mișcărilor lor. Acesta a fost rezultatul aplicării teoriei cuantice la spectrele moleculelor în special în domeniul infraroșu, unde perioada de vibrație a luminii poate să corespundă cu aceea a vibrațiilor naturale ale atomilor în molecule. După cum au arătat în 1928 Raman și Mandelstam, valoarea acestor frecvențe a putut fi determinată cu ajutorul micilor schimbări care se produc în culoarea luminii vizibile disipate de molecule. Vitezele de vibrație în diferitele părți ale moleculelor aveau să ofere măsuri extrem de precise ale forțelor care țin laolaltă atomii în aceste molecule. În felul acesta, noile metode fizice au procurat o reprezentare fizică *cantitativă*, completată cu distanțe și forțe a coeziunii moleculelor, în timp ce înaintea erau folosite, cu ajutorul unor concepte *calitative*, ca valență și afinitate.

Noi teorii în chimie

Încă din 1920, teoriile lui Kossel și ale lui Lewis și Langmuir, bazate pe modelul simplu de atom al lui Bohr, care putea să primească sau să piardă electroni pentru a se transforma într-un ion pozitiv sau negativ, au făcut posibilă reinterpretarea chimiei anorganice în termeni fizici. Aceasta a reprezentat un cîștig enorm pentru cunoașterea rațională. Chimia secolului al XIX-lea a putut găsi formule simple pentru compuși, însă nu a putut explica nici proprietățile acestora și nici măcar de ce se formau anumiți compuși și nu alții. Noua reprezentare a atomului permitea să se abordeze acum explicarea ambelor grupuri de fapte, făcînd chimia să depindă mai puțin de memorie și mai mult de deducții, pornind de la cîteva principii simple. Domeniul general al chimiei putea fi împărțit acum în patru subdomenii: al gazelor inerte, în care electronii rămîn atașați de atomi; al metalelor, în care există un exces de electroni; al metaloizilor, în care există un deficit

de electroni ; al sărurilor, în care a avut loc un schimb între ionii metalelor și metaloizilor. Aceasta reprezintă justificarea modernă a sistemului spagiric arabo-paracelsian al mercurului, sulfurii și sării (p. 273). Analogiile pornite de la aparența exterioară pe care s-a bazat acest sistem își găsesc explicația în principiile teoriei cuantice (p. 529). O dată cu dezvoltarea teoriei cuantice, această reprezentare generală a putut căpăta un caracter cantitativ ; în cazul sărurilor sau al cristalelor ionice, forțele care asigură integritatea cristalului au putut fi calculate folosind potențiale electrostatice cunoscute.

Chimia mineralelor

Aceasta a avut un efect imediat asupra înțelegerii complexității chimice a mineralelor și rocilor. Prin analizele amănunțite efectuate cu ajutorul razelor X de sir Lawrence Bragg, prin vastele cercetări asupra tuturor elementelor întreprinse de V. M. Goldschmidt (1888—1947), precum și datorită perspicacității teoretice a lui Pauling, s-a relevat că stabilitatea structurilor minerale și, implicit, prezența lor în Pământ depind de împrejurări foarte simple. Un mineral stabil apare atunci când numere corespunzătoare de atomi componenți, care pot fi considerați ca sfere de diferite dimensiuni, se asociază compact și regulat. Lumea mineralelor, care înainte reprezenta un haos, a început să apară ordonată, iar noua cunoaștere a devenit imediat prețioasă pentru înțelegerea repartiției elementelor în roci, deci pentru aflarea locurilor unde puteau fi găsite. Structura cristalelor avea să se dovedească efectiv o cheie pentru formularea principiilor *geochimiei*, cu ajutorul căreia puteau fi urmărite transformările rapide și îndelungate ale rocilor, prin eroziunea, sedimentarea, încrețirea scoarței și prin acțiunea vulcanilor asupra ei.

Teoria electronică a metalelor și aliajelor

Un progres de o importanță practică și mai mare a fost realizat prin aplicarea analizei Roentgen la metale. S-a constatat că acestea au structuri cristaline extrem de simple, ceea ce explică ușurința cu care se asociază, formînd aliaje. S-a observat de asemenea că în metale numărul electronilor liberi, care le dau proprietatea de a reflecta și totodată de a conduce electricitatea, are o influență predominantă, astfel că în locul metodei încercărilor și erorilor s-a putut introduce în metalurgie o bază rațională. Cercetările structurale au mers însă și mai departe : ele au explicat proprietățile fundamentale, valoroase din punct de vedere economic, ale metalelor

— plasticitatea și duritatea lor, datorită cărora ele pot fi forjate, laminate, trase în fire —, ceea ce a permis introducerea unui control rațional al acestor procese.

Teoria cuantică a valenței și a legăturilor interatomice

Mult mai dificilă s-a dovedit problema combinațiilor dintre metaloizi. Primul fir conducător pentru înțelegerea naturii forțelor care acționează între metaloizi a fost găsit abia în 1927. Aceste forțe au fost atribuite, într-un mod ce poate fi înțeles numai în termenii teoriei cuantice, posibilității schimbului de electroni identici, făcând parte în același timp din doi atomi. Abia în 1934 a fost elaborată, de către Heitler și London, o explicație cantitativă a legăturii omopolare sau covalente, pe care ei au aplicat-o la cazul cel mai simplu, acela al moleculei de hidrogen, compusă din doi protoni și doi electroni. Cu toate că această metodă nu a putut fi aplicată cantitativ la cazuri mai complexe, ea a oferit totuși o explicație fizică pentru cea mai mare parte a fenomenelor chimice, cunoscute pînă atunci cu totul empiric. Ea a explicat natura generală a reacțiilor chimice, precum și cauza care face ca în cursul fiecărei reacții să fie cedată sau absorbită o anumită cantitate de căldură, corespunzînd unei schimbări în nivelele de energie ale electronilor de la starea inițială pînă la starea finală. De asemenea ea a aruncat o lumină asupra celor mai importante realizări practice ale chimiei în secolul al XX-lea : desfășurarea reacțiilor în prezența catalizatorilor artificiali sau a enzimelor naturale, care acționează prin scăderea energiei la nivelul necesar începerii reacției, deși nu influențează rezultatul ei final. În afară de aceasta, ea a explicat și mecanismul *reacțiilor în lanț*, care, fie sub forma rapidă a arderilor în cilindrul unui motor, fie în procesele de polimerizare pentru producerea maselor plastice, au căpătat o deosebită importanță industrială.

Relațiile dintre chimie și fizică

Totuși nu trebuie să ne închipuim că, în urma tuturor acestor realizări, chimia a devenit o simplă ramură a fizicii. S-a întîmplat altceva : teoria fizică și metodele fizice experimentale au pătruns din ce în ce mai mult în vechile idei calitative și în practica empirică a vechilor chimiști, raționalizîndu-le. Lucrînd cu compuși din ce în ce mai complicați și mai instabili, chimia a devenit din ce în ce mai complexă, tot atît de repede, dacă nu chiar mai repede decît s-a petrecut

transformarea teoriilor ei fundamentale sub influența fizicii. Fizica este pentru chimist o unealtă, tot așa cum chimia reprezintă pentru fizician un câmp de aprofundare teoretică.

Științele despre Pământ : geologia și geofizica

Situația științelor despre Pământ — geologia, oceanografia și meteorologia — diferă calitativ de aceea a științelor fundamentale, fizica și chimia, datorită faptului că ele nu au același grad de generalitate, ocupându-se de anumite zone și perioade, fără a stabili legi valabile pentru toate locurile și timpurile. Aceste științe conțin mai multe elemente descriptive și istorice și mai puține elemente logice și matematice. Ele reprezintă mai curînd *grafii* decît *logii*. Din această cauză, deși ele și-au mărit considerabil sfera, transformările care au avut loc în sînul lor s-au datorit în mare măsură noilor idei și metode tehnice împrumutate din fizică și chimie.

În secolul al XX-lea nu a survenit nimic care să provoace o revizuire radicală a principiilor geologiei, stabilite în secolul al XIX-lea. Ele au dobîndit totuși o precizie și o extindere considerabile. Sub presiunea cererii din ce în ce mai mari de petrol, cărbune și metale, metodele de prospectare au fost complet transformate. A apărut o nouă știință, *geofizica*, datorită căreia cele mai perfecționate instrumente de măsurare a gravitației, a activității seismice și a atracției magnetice au fost adaptate pentru folosirea pe sol, iar în unele cazuri chiar în aer. Datele astfel obținute, privind natura straturilor situate la adîncimi de mii de picioare, au fost confruntate cu cele obținute prin sondaje. Geologul de odinioară, cu micul său ciocan, este astăzi tot atît de anacronic ca și căutătorul de aur de altădată, cu măgărușul, tîrnăcopul și albia sa. În locul lor merg armate întregi de ingineri și oameni de știință, cu avioane, autocamioane și mașini de forat, sprijinindu-și activitatea pe cunoașterea structurii și verificînd rezultatele în laboratoare de bază. În acest domeniu, noile țări socialiste, în care nu mai există restricțiile și secretul pe care le impune concurența în cadrul exploatării comerciale a subsolului, au realizat mari progrese. De pildă, în Azerbaidjan este pregătit un număr mult mai mare de geologi de teren decît în Anglia.

Valoarea științifică deplină a acestei mase de noi date urmează abia să fie pusă în evidență. Îmbinate cu geochimia și completate cu experiențe model efectuate cu tehnica cea mai modernă, noile date geologice și geofizice vor constitui baza unei explicații cantitative complete a formării munților, a vulcanilor, a cutremurelor de pământ, a perioadelor glaciare și a altor fenomene similare. S-a realizat un imens pro-

gres în domeniul studiului istoric al geologiei, prin folosirea transformărilor radioactive la măsurarea vârstei exacte a straturilor, astfel că, în prezent, datele temporale reprezintă pentru istoria geologiei un element tot atât de indispensabil ca și pentru cunoașterea istoriei omenirii. Folosirea izotopilor la stabilirea originii precise a diferitelor formații este abia la început, însă ea făgăduiește să procure mijlocul pentru determinarea unor date epocale, hotărâtoare pentru geologie, cum va fi aceea a originii vieții.^{6.77; 6.113} Experiența aplicării noilor metode a furnizat de pe acum numeroase indicii ale unei apropiate transformări profunde a geologiei, care însă va avea loc numai atunci când fiecare parte a Pământului va deveni accesibilă folosirii ei de către oamenii care trăiesc acolo și când dibăcia mecanică și științifică a omenirii va putea fi folosită pentru descoperirea și utilizarea resurselor naturale în scopuri constructive și nu distructive.

Oceanografia

În timp ce în studiul scoarței solide a Pământului precumpănesc elementele structurale și istorice, în studiul apelor și al straturilor atmosferice se cercetează elementul dinamic și rapiditatea transformării. Timpurile clasice ale oceanografiei aparțin secolului al XIX-lea, când întocmirea de hărți ale curenților oceanici și sondarea adâncimilor reprezenta un însoțitor firesc al extinderii comerțului mondial și al instalării de cabluri submarine. Dezvoltarea acestei științe în secolul al XX-lea a constat mai mult în extinderea ei decât în obținerea de rezultate efective. S-au acumulat fără încetare date asupra condițiilor fizice din oceane și au fost lămurite legile evaporării și ale mareelor și curenților mînați de vînt. Cele mai mari progrese au fost obținute pe țărmurile bazinelor oceanice, pe țărmul continental crestat de fiorduri sinuoase și adînci, de origine încă necunoscută, care au fost studiate cu ajutorul dispozitivului antisubmarin din primul război mondial, sonda piezoelectrică cu ecou. Operațiile de debarcare din cel de-al doilea război mondial au dus la prima cercetare cu adevărat cantitativă a litoralului, a valurilor și curenților care participă la formarea lor. De la terminarea războiului, studiul cel mai interesant a fost acela al fundului adînc al mărilor, pe care oamenii îl explorează folosind batiscafele. Bucățile de sol cilindrice care pot fi extrase acum cu ajutorul sondelor de pe fundul mărilor adînci sînt resturile unei sedimentări încete de zeci de milioane de ani, iar interpretarea lor oferă indicații asupra climei epocilor trecute. La o adîncime mai mare, sondele acustice, care folosesc măsurarea ecoului produs de explozii, au permis să se depisteze

sedimentările pînă la scoarța cristalină. Aici oceanografia merge în pas cu geofizica și cu seismologia, iar interesul nutrit pentru rezultatele obținute depășește pe cel pur academic. Pînă acum, omul a exploatat numai bogățiile sub-solului; întinderile submarine, mult mai vaste, abia urmează să fie explorate.

Meteorologia

În ceea ce privește aerul, el a devenit obiectul preocupărilor științifice abia în secolul al XX-lea, cînd necesitățile navigației aeriene în timp de pace și, mai mult încă, în timp de război au impus cunoașterea orară a temperaturii și vînturilor. A apărut, de asemenea, necesitatea cunoașterii straturilor mai înalte ale atmosferei, care depășea cu mult sfera de activitate a vechilor stațiuni meteorologice legate de pămînt. Unul dintre primele roade a fost descoperirea, în 1900, a limitei de sus a straturilor inferioare, agitate, ale atmosferei — troposfera —, precum și a existenței stratului înalt și liniștit al stratosferei. Următorul pas important a fost făcut în 1918, prin teoria lui Bjerknes asupra frontului polar al ciclonilor.^{6,12} Ciclonul în sine nu constituie o descoperire.^{6,12} El este un fenomen care nu prea poate trece neobservat: dragonul ceresc al chinezilor, înspăimîntător, dar pînă la urmă binefăcător și aducător de ploaie, este o întruchipare a ciclonului. Prima descriere exactă a ciclonului a fost făcută de Dampier în 1687; prima explicare a ciclonului, ca fenomen produs de mase de aer ce se ridică și încep să se învîrtească sub influența rotației Pămîntului, a fost dată de Espy în 1841.

Ideea crucială, adăugată de Bjerknes, a fost aceea că mase izolate de aer cald și rece interacționează numai pe planuri de contact înclinate — fronturi reci și calde —, producînd norii și ploaia. Elaborarea teoriei lui Bjerknes a fost o consecință indirectă a primului război mondial: izolat în Norvegia, unde nu puteau parveni informații meteorologice din alte țări, el a fost nevoit să elaboreze un mijloc independent de prevedere a vremii. Introducînd în meteorologie o a treia dimensiune, Bjerknes a anticipat imensa importanță pe care avea s-o ia fizica straturilor înalte ale atmosferei ca urmare a cerințelor imperioase ale aviației. În timpul celui de-al doilea război mondial, aceste necesități au fost satisfăcute, în parte, prin mijloacele radiotehnice, în special prin radiosonde, care emit informații meteorologice din baloane precis localizabile, precum și prin folosirea directă a radarului, deosebit de util pentru studierea condițiilor în care se stîrnesc furtunile. Chiar și ploaia regulată are un plafon unde ea se formează prin topirea zăpezii, detectabil prin radar. Cu toată această nouă

bogăție de informații și chiar în posesia existenței mașinilor electronice de calcul, care nu așteaptă decât să fie folosite pentru a reduce materialul meteorologic la dimensiuni utilizabile, meteorologia nu este încă o adevărată știință, cu legi cantitative, pe măsura celorlalte domenii ale fizicii *.

10. 6. Tehnica secolului al XX-lea : construcția de mașini

Până aici am expus în linii mari progresul științelor fizice și al relațiilor reciproce în prima jumătate a secolului al XX-lea. Rămâne să urmărim efectele acestor realizări asupra tehnicii generale și a industriei din această perioadă. Aici dificultatea nu constă, așa cum s-a întâmplat când am examinat secolele precedente, în a găsi legăturile dintre știință și industrie, ci în a reuși să le tratăm separat, chiar și numai în scop descriptiv. O ilustrare a acestei afirmații o constituie necesitatea de a prezenta industria radiotehnică ca parte integrantă a progresului fizicii. Apare limpede că influența științei asupra industriei se exercită în prezent mult mai rapid și totodată este mai importantă decât a fost vreodată în trecut ; de fapt, în timpul celui de-al doilea război mondial și în anii postbelici, știința a devenit rapid o parte integrantă și inseparabilă a industriei. Chiar de la începutul secolului se putea afirma cu referire la anumite industrii, ca cea chimică și electrică de exemplu, că știința putea acum să aducă un aport mai mare la dezvoltarea industriei decât putea să învețe de la ea. Către mijlocul secolului, acest nivel a fost atins chiar și în industriile cele mai tradiționale, ca cea agricolă și de construcții.

Deși industria din secolul al XX-lea constituie o continuare directă a celei din secolul al XIX-lea, ea s-a dezvoltat atât de rapid și de amplu, încât a transformat întregul proces al producției în ceva absolut nou. În prima jumătate a secolului, transformarea esențială s-a petrecut în domeniul metodelor de producție : de la măiestria meșterului, ajutat de mașini, s-a trecut la *producția de masă*, căreia, la rândul ei, îi va lua, probabil, locul, în a doua jumătate a secolului, *controlul automat al producției*, în care noile mecanisme, în cea mai mare parte electronice, vor înlocui pe operatorii necalificați ai mașinilor semiautomate de astăzi. Această transformare a metodelor de producere a diferitelor mărfuri este însoțită de o considerabilă întrepătrundere a diferitelor industrii și de transformare a îndeletnicirilor tradiționale și meșteșugărești, ca agricultura și construcțiile, în ramuri industriale mecanizate. Secțiunile următoare vor

conține o expunere generală a principalelor realizări din domeniul industriei mecanice și chimice, precum și a rolului jucat de știință în obținerea acestor realizări. În ceea ce privește industria electrică, ea a fost tratată în largă măsură în cadrul expunerii progreselor fizicii, de care este indisolubil legată.

Producția de masă

Producția de masă este, în esență, o inovație cu caracter organizatoric și nu tehnic. Elementele ei, piesele interschimbabile și banda rulantă, existau încă de la sfârșitul secolului al XVIII-lea (p. 430). Este caracteristic faptul că fabrica de tunuri a lui Ely Whitney din timpul războiului american pentru independență a fost prima întreprindere în care s-a dovedit că o armă complicată se poate fabrica nu prin producerea fiecărei piese în parte și ajustarea pieselor astfel încât să se îmbine exact una cu alta, ci prin asamblarea unor complexe de piese destul de asemănătoare între ele. ^{6.43} : ^{6.56} De asemenea, mijloacele pentru efectuarea unei serii de operații care se succed rapid au fost elaborate practic în abatoarele din Cincinnati, în jurul anului 1870, prin folosirea benzii rulante suspendate. ^{6.43} Asocierea acestor două metode s-a realizat însă abia în primul deceniu al secolului al XX-lea, deoarece numai atunci, și aceasta doar în America, s-a găsit piața necesară desfacerii unui mare număr de mașini complicate în condițiile producerii lor ieftine. În același timp, acest pas hotărâtor cerea să existe o lipsă de muncitori calificați și o abundență a celor necalificați, precum și ca imixtiunea cercurilor interesate într-o industrie veche și puternic capitalizată, cum era cea britanică, să fie minimă. O asemenea înmănunchere de condiții nu s-a putut produce la începutul secolului decât în Statele Unite, după ce toate pământurile cultivabile fuseseră ocupate și se făcea simțită nevoia de mașini și mijloace de transport, iar din Europa veneau mereu milioane de noi emigranți.

Motorul cu ardere internă și automobilul

Mașina care avea să transforme mai mult decât oricare alta atât industria, cât și condițiile de viață din secolul al XX-lea a fost *motorul cu ardere internă*. Totuși, dezvoltarea sa nu a rezultat direct din aceea a mașinii cu abur. Aceasta s-a datorat în mare măsură faptului că pionierii tehnicii energetice și de transport din secolul precedent izbutiseră mult prea bine, cel puțin în țara lor de obârșie, Anglia. Aici monopolul mașinilor stabile cu abur folosite

În fabrici, al locomotivelor și al motoarelor de navă a frînat dezvoltarea altor forme de energie, cum e cea electrică sau arderea internă.^{6.3} De fapt, motorul cu ardere internă l-am fi putut avea cu vreo 30 de ani mai devreme dacă nu ar fi existat restricțiile impuse premeditat de căile ferate asupra oricărui fel de transport rutier. Faimoasa lege a „steagului roșu” nu a fost abrogată decît în 1896, iar motoarele cu ardere internă s-au dezvoltat în Franța și Germania, țări cărora le lipsea cu desăvîrșire experiența construcțiilor de mașini dobîndită de Anglia.

Deși mai puțin direct decît primele mașini cu abur, motorul cu ardere internă a fost și el unul dintre roadele aplicării științei, în cazul de față a termodinamicii. Ideea fundamentală a detonației unui amestec de aer și gaze provenite din combustibil precomprimat în scopul producerii unui efect termodinamic s-a datorat inginerului francez de Rochas (1815—1891), care a enunțat-o încă în 1862. Însă de la enunțarea acestei idei și pînă la realizarea unei mașini care să funcționeze mai rămîneau multe de făcut și a fost necesară punerea la punct a unei sumedenii de amănunte esențiale, absente la mașinile cu abur, legate de metodele de aprindere și de funcționare a supapelor. Primii realizatori, Lenoir (1822—1900) și Otto (1832—1891), care au introdus ciclul în patru timpi al motorului, folosit încă și acum pe scară aproape universală, ca și Diesel (1858—1913), care a adăugat aprinderea prin compresiune, au reușit să producă motoare puternice, dar în cursul secolului al XIX-lea folosirea lor a fost limitată la un mic număr de motoare stabile cu combustibil gazos sau cu benzină. Folosirea lor la locomotive sau la automobile s-a extins într-un ritm foarte încet în ultimele decenii ale secolului, și chiar atunci automobilele s-au construit ca articole de lux sau în vederea curselor de automobile. Henri Ford (1863—1947) și-a început cariera ca un neînsemnat constructor de automobile amator și a devenit curînd cel mai prosper dintre fabricanții noului autovehicul, deoarece și-a dat seama că ceea ce se cerea cu adevărat era un automobil ieftin, produs în cantități considerabile.^{6.40} Faptul acesta a impus luarea unor măsuri pentru organizarea producției de masă, și a dat în același timp un puternic impuls pentru dezvoltarea ei ulterioară. De atunci, toate metodele clasice ale construcției de mașini au trebuit să fie revizuite pentru a permite producerea de piese identice în cantități mari, fără ca atenția muncitorului calificat să mai fie solicitată de fiecare piesă în parte.

Industria de motoare

De îndată ce automobilul ieftin a fost pus în circulație, uriașa cerere, pînă atunci nebănuită, de mijloace de transport individual și pentru mărfuri a făcut să apară o întreagă industrie nouă. Aceasta ar putea servi ca un exemplu de incapacitate a întreprinzătorului capitalist de a ști de unde se pot obține profituri. Nu există nici un mijloc de a aprecia pe deplin cererea unui produs nou dacă nu există în circulație un număr suficient de prototipuri. Dar pentru a pune pe piață aceste prototipuri trebuie să se facă investiții în instalații, iar pentru capitalism finanțarea acestor prime etape a constituit întotdeauna o mare greutate. În felul acesta, perioada mare care se scurge între apariția unei invenții și prima ei utilizare efectivă se datorează în mare măsură acestor considerente de natură pur financiară *.

După ce rentabilitatea producției de motoare a fost dovedită, a început imediat o afluență a capitalului în această direcție. S-a dezvoltat o nouă industrie, care avea să întrecă în cîțiva ani vechile industrii constructoare de mașini și, într-o mare măsură, să le absoarbă. Din momentul succesului ei la public, în industria de automobile s-a produs o puternică concentrare, întrucît numai cele mai mari concerne puteau satisface cererea pieței. Alături de noile combinate chimice și electrice, industria de automobile și-a ocupat locul în însuși centrul capitalismului monopolist. Este interesant, deși nu prea surprinzător, că începutul producției pe scară largă a automobilului a coincis, de fapt, cu ultima perfecționare a motorului cu ardere internă, deoarece, cu excepția unor modificări neînsemnate de natură pur tehnică, el este și acum ceea ce era în 1880. Lucrul cu totul nou nu era automobilul în sine, oricît și-ar fi schimbat el înfățișarea, ci metodele producerii lui în masă, asupra cărora vom reveni mai târziu. În continuare dezvoltarea tehnică a motorului cu ardere internă, prin care s-a trecut la turbina cu ardere internă, avea să vină dintr-un alt domeniu, acela al aviației.

Aviația

Așa cum rezultă din legendele larg răspîndite despre oameni zburători sau mașini zburătoare, ca și din străvechile încercări făcute în toate țările de a imita păsările, una dintre dorințele seculare ale omului a fost să poată zbura ca o pasăre. Această idee a atras îndeosebi pe oamenii de știință, solicitînd firi atît de diferite ca Leonardo da Vinci (p. 270),

John Damian (în jurul lui 1500), alchimistul lui Iacob al IV-lea al Scoției, ^{6.59} matematicianul Cayley (1821—1895) și fizicianul experimental Langley (1834—1906). Noi știm astăzi că nici unul dintre ei nu ar fi putut izbuti un zbor cât de cât lung din lipsa unui motor ușor; dar ei ar fi putut să construiască și să facă să zboare plane tot așa de bine cum poate oricine în ziua de azi. De fapt, cu toate că oamenii de știință au indicat calea și cu toate că Langley a construit un model mare, acționat prin forța aburului, care a zburat aproape o jumătate de milă, nu oamenii de știință erau în măsură să depună eforturile finale încununate de succes. Problemele zborului sînt atît de complexe, încît ele nu puteau fi rezolvate de știința secolului trecut, iar multe dintre problemele lui importante depășesc și posibilitățile științei de azi.

Zborul în forma sa actuală avea să fie o realizare mai degrabă tehnică decît științifică, asemănîndu-se cu trecerea de la pirogă la vapor. Există, totuși, între cele două procese următoarea deosebire importantă: în timp ce primul a avut nevoie de vreo 2 000 sau 3 000 de ani și s-a desfășurat prin transformări aproape imperceptibile, al doilea a fost desăvîrșit efectiv în mai puțin de 20 de ani și a constituit literalmente un salt brusc de pe pămînt în aer. Această deosebire se datorește condițiilor tehnice și sociale mai bine cunoscute și mai dinamice, precum și ritmului de activitate al secolului al XX-lea. Încercările de zbor precedente aveau și nu puteau să nu aibă un caracter de total amatorism. Numai entuziaștii erau în stare să se expună pierderilor financiare neîndoielnice și primejdiilor care le amenința viața, riscuri inerente experiențelor de zbor din perioadele precedente. Lilienthal, cel mai de seamă și mai bine pregătit sub raport științific dintre pionierii zborului, și-a găsit moartea cu planorul său în 1896. Existau însă destui amatori, iar experiența dobîndită de ei a fost transmisă de la unul la altul pînă ce succesul a fost în cele din urmă obținut.

În ceea ce privește zborul cu rază lungă, totul depindea de găsirea unui motor destul de ușor, însă o astfel de sursă de energie nu putea fi obținută decît în secolul al XX-lea prin perfecționarea motorului cu ardere internă. Frații Wright, de profesiune mecanici de biciclete și aeronauți prin vocație, au montat într-un aeroplan un motor construit de ei și i-au tot adus modificări pînă ce în 1903 aparatul a reușit să zboare pentru prima oară. *C'est le premier pas qui coûte*¹. Din ziua în care Orville Wright a izbutit să-și

¹ Primul pas este cel mai greu. — *Nota trad.*

ridice aeroplanul de la pământ și să-l mențină în aer pe o distanță de câteva picioare, viitorul aviației era asigurat. Oricât de numeroase erau accidente, oricât de mari pierderile financiare, acum se știa că omul poate să zboare. Progresul înregistrat în toate direcțiile, deși încă un deceniu întreg și-a păstrat caracterul de amatorism, a fost rapid, datorită simplului fapt că în noua industrie a construcției de motoare existau acum capitaluri și disponibilități tehnice suficiente pentru a urmări imediat orice inițiativă cu totul nouă. Rentabilitatea imediată a aviației nu era prea evidentă, însă valoarea ei din punctul de vedere al publicității era imensă și a putut fi exploatată de noua presă de mare tiraj. Din nefericire, foarte curînd avea să se ivească prilejul unei cereri masive de noi mașini de zbor. Trecuseră doar 11 ani de la cel dintîi zbor și pe cîmpul de luptă și-a făcut apariția primul aeroplan. De atunci necesitățile războiului aveau să constituie un stimulent statornic al dezvoltării aviației, stimulent care pînă în ziua de azi domină aviația în mod absolut.

Aerodinamica

Datorită îndeosebi începuturilor sale empirice, aeroplanul avea să aducă în primele sale decenii o contribuție mai mare la dezvoltarea științei decît a primit el din partea acestuia. El a prilejuit nașterea primului studiu serios al aerodinamicii, cu importante repercusiuni asupra construcției de mașini și chiar asupra meteorologiei și astrofizicii. Eforturile depuse în perioadele precedente, de pildă de un Magnus (1802—1870), se concentraseră asupra zborului proiectilelor. Studiul mișcării aerodinamice și al factorilor de perturbație, întreprins în legătură cu dezvoltarea primelor aeroplane, avea să-și găsească o aplicație imediată în construcția de vapoare și în toate problemele legate de curenții atmosferici, începînd cu cei din furnale și terminînd cu ventilația locuințelor.

O comparație între dezvoltarea avionului în secolul al XX-lea și aceea a locomotivei în secolul al XIX-lea demonstrează uriașa influență a condițiilor economice și politice ale epocii imperialismului. Chiar în ziua de astăzi, locomotiva este din punct de vedere economic o afacere mult mai bună decît avionul. Locomotiva a evoluat într-o perioadă de pace netulburată, pe baza unor mobilități pur comerciale legate de obținerea de profituri (p. 391). Ea a cerut mari investiții de capital, însă oferea o rentabilitate sigură *. Avionul însă a fost luat aproape de la început sub

aripa ocrotitoare a statului, care nu a pierdut nici un moment din vedere semnificația lui militară. Construcția de avioane nu este nici pînă astăzi rentabilă, iar exploatarea lor se desfășoară numai pe baza subvențiilor directe sau camuflate *. Serviciile și avantajele mărunte pe care le oferă în unele împrejurări avionul, asigurînd acordarea ajutorului medical în locuri îndepărtate sau combaterea unor plăgi ca aceea a lăcustelor, sînt cu totul neînsemnate în comparație cu eficiența sa în a semăna distrugerea. Chiar și înainte de inventarea bombei atomice, omniprezența sa și gîndul că „bombardierul va reuși întotdeauna să se strecoare” au umplut întreaga lume de un simțămînt de groază, năruind orice speranță în asigurarea unei securități depline.

Avioanele cu reacție și rachetele

Evoluția aeroplanului acționat prin propulsie a mers rectiliniu de la biplanul lui Wright pînă la „superfortăreață”, însă cerința unor viteze tot mai mari în scopuri militare a înfrînt pînă la urmă conservatorismul tipic al constructorilor, permițînd nașterea turbinei cu gaze, care a făcut posibilă realizarea avionului cu reacție. Este caracteristic faptul că, deși atît în Anglia cît și în Germania inevitabilitatea acestei realizări a fost prevăzută cu mulți ani înainte, pionierilor acestui domeniu li s-a acordat prea puțin sprijin, și, chiar în cel de-al doilea război mondial, avioanele cu reacție au apărut prea tîrziu pentru a mai prezenta vreo valoare militară.

Tot necesitățile războiului au dus și la reactualizarea rachetei, cel mai vechi proiectil propulsat prin ardere. În zilele noastre, deosebirea dintre avion și rachetă tinde să se micșoreze și probabil că se va șterge cu desăvîrșire de îndată ce energia nucleară va putea fi folosită la propulsie. Avionul cu reacție și racheta nu sînt întrebuintate decît în zboruri efectuate în straturile superioare ale atmosferei, iar racheta numai ca mijloc de transport intercontinental. Pentru zborul rachetei, atmosfera a încetat încă de pe acum să mai reprezinte o condiție favorabilă și a devenit o piedică. Perspectiva călătoriilor în spațiul cosmic, care chiar acum zece ani mai părea nesfîrșit de îndepărtată, se situează astăzi, neîndoieinic, în limitele posibilităților tehnice, deși în actuala situație mondială cercetările au drept obiectiv noi distrugerii, amenințînd întreaga lume.

La un an după ce au fost scrise aceste rînduri, în octombrie 1957, în Uniunea Sovietică a fost lansat primul satelit artificial al Pămîntului, primul sputnik, urmat după

un interval de altele, lansate de Uniunea Sovietică și de Statele Unite. După trei ani a fost lansată, tot de către Uniunea Sovietică, prima navă cosmică cu instrumente la bord, care, după ce a trecut prin apropierea Lunii, a devenit prima planetă artificială. Bariera gravitației terestre a fost definitiv trecută. Aceasta a avut ca rezultat imediat confirmarea în ochii întregii lumi a superiorității tehnice a Uniunii Sovietice pe tărîmul zborului cu rachete, fapt care a mărit considerabil prestigiul industriei sale. Sub raport științific, aceste realizări au deschis o fereastră prin atmosfera care a ascuns întotdeauna unele dintre cele mai interesante fenomene ce se petrec în Soare și stele, marcînd începutul unei ere noi în studiul cîmpurilor magnetice și electrice, precum și al particulelor care înconjură Pămîntul.

Tendențele în tehnică : viteza

Direcția urmată în construcția de avioane constituie un exemplu al orientării întregii tehnici moderne spre viteze din ce în ce mai mari. Viteza prezintă atît avantaje, cît și dezavantaje corespunzătoare. Motoarele pentru viteze mari prezintă avantajul că pot concentra mai multă energie într-un spațiu mai mic și că, acționînd mai repede, efectuează într-un anumit interval un volum mult mai mare de lucru mecanic, transportarea unei cantități mult mai mari de mărfuri. La prima vedere s-ar părea că ele sînt economice ; masivele mașini din secolul al XVIII-lea dădeau de-abia 4-10 CP ; un motor de 1000 CP ar putea fi montat astăzi într-unul din cilindrii lor. Însă acest contrast este întrucîtva înșelător ; ceea ce se cîștigă printr-o construcție compactă se pierde prin rapiditatea uzurii și prin costul întreținerii. Astăzi nu mai scontăm pe o funcționare continuă de 100 de ani pe care o puteau realiza unele mașini vechi. Întrucît vitezele mari necesită atît materiale, cît și procese de fabricație de mare perfecțiune, prețul de cost crește o dată cu viteza. Aceste dezavantaje sînt neglijabile atunci cînd viteza și construcția compactă reprezintă totul, iar costul nimic, adică în război. Viteza are o importanță economică chiar și în utilizări pașnice, atunci cînd este asociată cu temperaturi de lucru înalte, asigurînd o creștere a randamentului termic. În cazul analog al electricității, voltajele mai mari ridică unele probleme de izolație, însă produc pierderi de curent proporțional mai mici, astfel încît permit transmiterea energiei la distanțe mai mari.

Cheltuielile pentru știință și economia de capital.

Goana după viteză a stimulat, fără îndoială, știința și tehnica, deoarece cu cât viteza este mai mare, cu atât crește nevoia, pe de o parte, de a înțelege procesele și materialele legate de producerea ei, iar pe de altă parte de a ridica nivelul specializării și măiestriei. Viteza reprezintă numai unul dintre factorii care îndrumază industria constructoare de mașini în această direcție. Condițiile economice impun pretutindeni să se obțină reducerea prețurilor de cost, astfel că produsele trebuie nu numai să fie lucrate bine, dar și într-un timp mai scurt, cu mai puțini oameni. Mărirea salariilor, obținută prin presiunea neîncetată a sindicatelor, dă naștere tendinței de a se economisi brațele de muncă. Toate acestea stimulează folosirea inventivității și științei. Amîndurora li s-a deschis un larg câmp de acțiune.

În trecut, procesele de fabricație, ca atare, datorau destul de puțin științei. Ele s-au dezvoltat prin transformarea neîncetată și aproape imperceptibilă a atelierului meșteșugăresc de la începuturile erei metalului (p. 390). Abia în secolul al XX-lea au început să se facă unele încercări serioase de a se studia procesele de fabricație în mod rațional și științific. O asemenea încercare presupune, printre altele, crearea unor noi relații între tehnică și știință. Într-o anumită măsură, aceasta înseamnă o întoarcere la situația existentă înainte de începutul revoluției industriale. În secolul al XIX-lea, o dată cu dezvoltarea rapidă a mașinismului, s-a produs o ruptură tot mai accentuată între descoperirile de lucruri noi, oamenii de știință, în număr relativ mic, și cei care perfecționau și foloseau descoperirile științifice, inginerii, în număr destul de important. Acum începem să ne dăm seama că nu pot exista ingineri buni care să nu aibă și o formație științifică, adică ingineri care să nu fie în măsură să folosească metodele științei pentru a analiza și a lămuri ceea ce fac și ceea ce trebuie să facă, mulțumindu-se doar să facă uz de experiența statornicită, de bunul-simț și de formule luate din manuale (p. 17 și urm.).

Mai înainte însă ca inginerul să poată deveni om de știință, omul de știință trebuie să se deprindă a fi inginer. Pînă acum, punctul slab în această direcție l-a constituit faptul că omul de știință, în dorința sa de a ajunge la o soluție acceptabilă din punct de vedere matematic și experimental, a ignorat cu bunăștiință majoritatea factorilor de care inginerul nu poate să nu țină seama: îngrădirile practice de timp și spațiu, calitatea materialelor disponibile, precum și aspectele economice ale prețului de cost și cele

politice ale administrării și proprietății, față de care poziția unor guverne a fost și mai netă, dat fiind că aceste probleme sînt și mai îndepărtate de știința pură. Dar necesitatea considerării acestor aspecte în orice problemă reală nu știrbește cu nimic caracterul științific al problemei. Cele spuse nu fac decît să scoată în evidență faptul că știința nu și-a asumat încă toate sarcinile care îi revin. Considerarea pe o bază cantitativă a factorilor prețului de cost, ca mărimi variabile atît ale procesului de producție însuși, cît și ale mijloacelor de transformare a acestuia în vederea obținerii unei cît mai mari productivități, este pe deplin justificată. De fapt, asemenea calcule au fost efectuate cu deplin succes în țările capitaliste în perioada războiului, cînd această problemă a putut fi considerată sub aspectul determinării mijloacelor prin care să se realizeze o producție utilă maximă cu minimum de brațe de muncă și de resurse materiale. Deși problemele organizării industriei, al căror caracter este în esență politic și social, nu ies din cadrul științei, ele vor fi examinate în secțiunea consacrată științelor sociale, întrucît au implicații care depășesc științele naturii (p. 821).

Efectele sociale ale producției de masă

Efectele economice și sociale ale metodelor producției de masă s-au resimțit îndeosebi în transporturi și în industria ușoară. De îndată ce autovehiculele, în special automobilele și camioanele ușoare, au fost puse în circulație în număr mare, procesul început în era drumului de fier a fost desăvîrșit, regiunile rurale devenind tot atît de accesibile pentru mărfuri și călători ca și orașele. Aceasta a avut consecințe economice imediate asupra pieței, iar consecințele sociale au fost încă și mai considerabile, prin extinderea masivă a orașelor în regiunile rurale și prin transformarea celor mai multe regiuni industriale în vaste suburbii. În același timp, folosirea mașinilor agricole produse în masă, în special a tractorului și combinei, a redus considerabil nevoia de a se folosi masiv femeile și copiii la munca cîmpului. Aceasta a contribuit de asemenea la atenuarea particularităților regionale, exercitînd inevitabil o influență nivelatoare din ce în ce mai amplă, nu numai pe plan local, dar și între țări și chiar între continente. O asemenea situație nu duce în mod necesar la o mai bună înțelegere internațională, însă tinde să transforme problemele naționale în probleme de clasă. Trezirea Asiei și Africii a fost înlesnită de introducerea autobuzului și a bicicletei.

După ce metodele producției de masă s-au consolidat temeinic în industria construcțiilor de mașini, ele au început să se răspîndească și în alte ramuri industriale, mai ales în noua industrie electrotehnică. De asemenea ele au accelerat procesul de transformare a micilor întreprinderi textile și alimentare, avînd pînă atunci un caracter meșteșugăresc, în întreprinderi industriale de mari proporții, care să aprovizioneze piața cu bunuri de consum, standardizate și ambalate ermetic. Chiar și simplul fapt că asemenea procese au fost concentrate în fabrici ridică probleme științifice privind *controlul calității* și adaptarea metodelor micii producții la marea producție. Astfel s-au deschis noi domenii de cercetări științifice, care se ocupă cu studiul proprietăților materialelor, ca *teoria plasticității* și *reologia*, sau știința fluidității unor substanțe, ca gudronul sau betonul, precum și cu dirijarea proceselor lor. Noile științe au contribuit, la rîndul lor, la raționalizarea unor metode tehnice în domenii cu totul diferite de cele de la care au pornit inițial. Către mijlocul secolului, toate industriile tradiționale, chiar și ultima fortăreață, bucătăria casnică, dobîndiseră cel puțin o nuanță științifică.

Construcțiile : betonul și elementele prefabricate

După producția de masă, cel mai impresionant progres din secolul al XX-lea a fost înregistrat în domeniul construcțiilor, datorită folosirii din ce în ce mai raționale a oțelului și betonului. Folosirea oțelului este în sine mai puțin revoluționară ; un zgîrie-nori, cu carcasa lui de oțel, nu reprezintă altceva decît o construcție medievală de dimensiuni mari și necesită, în orice caz, o fantastică risipă de oțel. Mult mai importantă a fost introducerea *betonului armat*, folosit pentru prima dată de Monier încă din 1868, dar care a reușit să se impună abia în deceniul al 3-lea al secolului nostru. El constituie o îmbinare rațională a masivității și rezistenței la compresiune a betonului cu rezistența oțelului la întindere. Următoarea etapă logică, realizată de Freyssinet în 1928, constă în a supune oțelul la întindere și a produce astfel betonul *pretensionat*, un material doar cu puțin inferior oțelului în ce privește greutatea și elasticitatea. Folosirea betonului armat a permis mărirea considerabilă a dimensiunilor construcțiilor făcute de mîna omului în raport cu cele ale naturii, după cum o dovedesc clădirile, șoselele și barajele ridicate de el. Împreună cu masivele excavatoare și dragele mecanice, betonul armat l-a înzestrat pe om cu

puterea de a modifica pe o scară din ce în ce mai mare condițiile geografice nefavorabile, de a abate apele fluviilor și de a străpunge munții (p. 689). În același timp, o revoluție care a întârziat mult este pe cale să modifice tradiția străveche a construcțiilor, unde zidirea cărămidă cu cărămidă și finisarea manuală pe loc sînt înlocuite prin *prefabricarea* din ce în ce mai largă a elementelor construcției, astfel că însăși construcția devine în esență un proces de asamblare cu mijloace mecanice. Această realizare a fost obținută destul de încet și ea mai întâmpină încă o rezistență considerabilă, dar în cele din urmă, sub presiunea nevoii de locuințe confortabile și ieftine, ea este pe cale să se impună. Aceasta nu este însă numai o problemă tehnică. Locuințele fac parte integrantă din întregul mod de viață al omenirii, iar sarcina de a armoniza tradiția cu ritmul de producție, corespunzător cerințelor, va solicita cele mai înalte aptitudini ale arhitecților și inginerilor.

10. 7. Industria chimică

Prin amploarea transformării suferite sub influența științei secolului nostru, industria chimică urmează imediat după industria electrotehnică. Ca rezultat al acestei transformări, ea a devenit industria centrală a civilizației moderne, manifestînd tendința ca, prin controlul pe care îl deține asupra materialelor, să se infiltreze în cele din urmă în domeniul altor industrii, mai vechi, ca industria minieră, siderurgică, de rafinare a petrolului, textilă, a cauciucului, în domeniul construcțiilor și, prin producția de îngrășăminte și prin prelucrarea alimentelor, chiar în domeniul agriculturii însăși, pe care în cele din urmă să le înglobeze *.

Pătrunderea în industria chimică nu numai a chimiei, ci într-o tot mai mare măsură și a fizicii, a dus la abandonarea totală a întreprinderilor chimice murdare, așezate în locuri dosnice, existente la începutul secolului al XIX-lea. Simpla modificare sau mărire a scării operațiilor chimice tradiționale a făcut loc uzinei chimice proiectate rațional, care aplică eficient — sub raport economic — rezultatele cercetărilor de laborator la operații de mare amploare. Astfel de operații necesită un control cu totul diferit de cel asigurat de vechii chimiști, un control bazat pe folosirea de instrumente speciale și nu pe empirism și pe metode meșteșugărești. Toate acestea au dus la crearea noii profesii de *inginer chimist*, în timp ce chimistul fizician și chiar fizicianul încep să joace un rol direct în industria chimică.

Metoda fluxului continuu, cataliza și sinteza

Cele două trăsături esențiale prin care practica chimiei din secolul al XX-lea se deosebește de cea din secolul al XIX-lea rezidă în introducerea metodei *fluxului continuu* și a metodei *catalizatorilor*. Folosirea procedeelor fluxului continuu în locul producției pe partide a reprezentat în industria chimică echivalentul benzii rulante, față de care ea este, de fapt, mult mai veche. În acest proces se realizează un control mult mai complet în fiecare fază, sporindu-se astfel însemnătatea folosirii instrumentelor fizice de măsurare și metodelor de control automat. Cealaltă realizare importantă, care abia acum începe să-și dovedească întreaga valoare, a fost folosirea în proporții de masă a catalizei. Procedecele catalitice sînt cunoscute de mult în chimie, însă proporțiile folosirii moderne a catalizei, cu deosebire în chimia petrolului și în cea pneumatică, de fapt sînt atît de diferite, încît acest procedeu a deschis o eră nouă în chimie. Procesele de descompunere și de transformare a substanțelor chimice sînt pe cale să cedeze locul *sintezelor* radicale.

În trecut, produsele chimice erau preparate din produse naturale, printr-un proces de separare și transformare. În cazuri extreme, ca acela al cărbunelui, un produs natural deosebit de complex este redus pas cu pas prin distilare, iar apoi este descompus în numeroasele sale produse secundare, care, la rîndul lor, pot fi transformate în substanțe chimice de mai mare utilitate. Dimpotrivă, pornind de la aceleași materiale sau de la altele similare, practica modernă nu face nici o încercare de a separa compușii existenți în natură, ci desface totul, pînă la compușii cei mai simpli sau chiar pînă la elemente, noile materiale universale ale chimiei fiind moleculele biatomice de hidrogen, oxid de carbon, oxigen și azot. Din acestea, cu ajutorul catalizatorilor, se prepară toate produsele chimice vechi și noi, în special produsele care înainte erau obținute din natură, iar în prezent sînt necesare în cantități mult mai mari și într-o stare mult mai pură decît se pot găsi în natură, cum ar fi combustibili de calitate superioară, cauciuc sintetic și o mare varietate de mase și de fibre plastice.

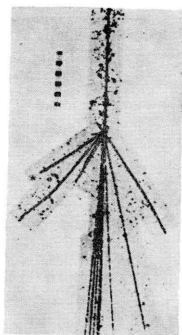
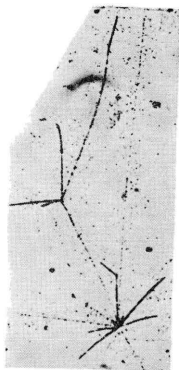
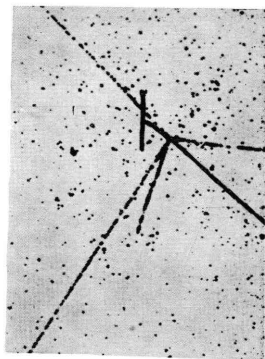
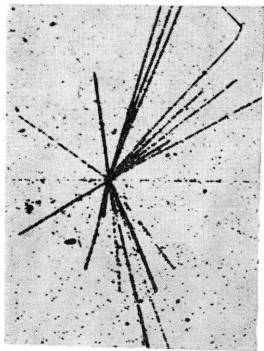
Polimerii și materialele plastice

Toate aceste substanțe, exceptînd combustibilii cu greutate moleculară mică, constituie ceea ce numim *polimeri*, lanțuri de molecule de același fel care apar printr-o reacție în lanț, declanșată de obicei de un catalizator. Într-o *reacție de polimerizare în lanț*, spre deosebire de reacțiile în lanț

cu caracter distructiv ca arderea, sau fisiunea nucleară, tie-care porțiune nouă care se adaugă moleculei face posibilă o nouă aditie. Dacă moleculele se asociază într-o singură direcție, rezultatul este o fibră, iar dacă se asociază șiruri de ramificări numeroase rezultatul este o rășină sau o așa-numită masă plastică. Lămurirea mecanismului reacțiilor în lanț și al polimerizării de chimiști ca Semenov și Melville reprezintă una dintre realizările cele mai importante ale chimiei secolului nostru *. Folosirea acestora a dat naștere unei întregi industrii chimice noi, aceea a *fibrelor artificiale* și a *materialelor plastice*. Multe dintre noile produse, ca nălonul și perspexul, sînt astăzi obiecte curențe, deși cu 30 de ani în urmă nimeni nici nu se gîndea măcar la ele. Prin procesul de formare și tratare a polimerilor, noua chimie rațională, ajutată de instrumente fizice ca viscometrele și aparatele de raze X, pătrunde tot mai adînc în domeniul industrial. Rezistența și elasticitatea fibrei, capacitatea de reținere a vopselei pot fi acum produse corespunzător comenzii formulate, datorită faptului că începe să fie înțeles mecanismul care leagă realizarea lor de structura moleculară. Necesitățile războiului au accelerat în mod hotărîtor dezvoltarea noii industrii chimice. Marea industrie a cauciucului sintetic din Statele Unite a fost creată în doi ani, pentru a satisface uriașele nevoi ale războiului modern. Acest lucru ar fi părut de neconceput în timp de pace, însă dificultățile esențiale au fost întotdeauna mai curînd de ordin financiar decît de ordin tehnic.

Molecule executate la comandă

Era polimerilor și a materialelor plastice este abia la început, iar acestea reprezintă doar primele mostre de materiale executate conform unor comenzi date. Prin aplicarea științei, în special a fizicii, industria chimică a căpătat posibilitatea să egaleze și să depășească produsele naturale sub aspectul calității și al ieftinătății. Industria chimică, care, după cum am văzut, a fost chemată la viață, în bună parte de industria textilă, pare acum că tinde să-i ia locul, cel puțin în producția de fibre. Aceasta nu înseamnă cîtuși de puțin că fabrica va lua locul fermei, dar că pe viitor activitatea minelor, fermelor, fabricilor și laboratoarelor trebuie să se îndeplinească într-un proces complex cu producția chimică, în care moleculele să fie alese în formele cele mai ieftine pentru producție și să se întruchipeze apoi în materiale și articole care să corespundă cît mai bine nevoilor.



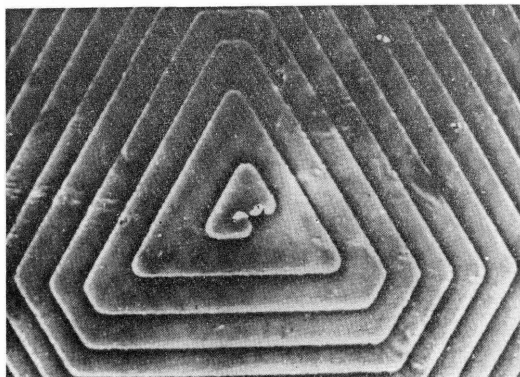
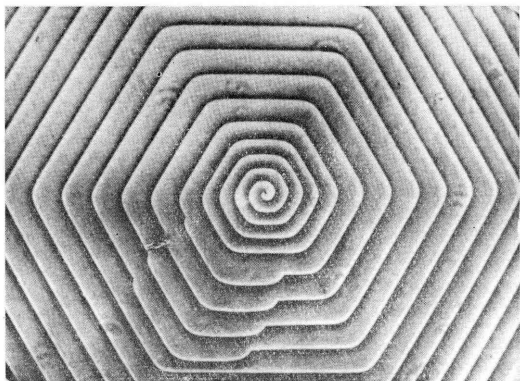
Planșa 1. DEZINTEGRĂRI NUCLEARE PRODUSE PRIN RAZE COSMICE ȘI ÎNREGISTRATE PE EMULSIILE FOTOGRAFICE

Sus stînga : Particulă rapidă de lumină ce lovește un nucleu greu și determină explozia lui.

Sus dreapta : Un nucleu de litiu eliminat dintr-un nucleu în curs de dezintegrare se dezintegrează apoi în două particule α .

Jos stînga : Un nucleu în curs de dezintegrare emite un mezon ce este captat de un alt nucleu, care după aceea explodează.

Jos dreapta : O particulă grea rapidă, cînd se atinge de un nucleu, se dezintegrează și emite șase particule α sub forma unui jet îngust.



Planșa 2. CREȘTEREA CRISTALELOR DE CARBURĂ DE SILICIU
(x 400)

Sus : Spirală unică de linii de creștere.

Jos : Spirală dublă care formează benzi de creștere succesive și închise.

O industrie chimică științifică

Măsura în care acest lucru a și fost realizat pînă acum arată că industria chimică a devenit o industrie cu adevărat științifică, a cărei importanță poate fi comparată numai cu aceea a industriei electrice. Deosebirea dintre aceste două industrii constă în faptul că, în timp ce industria electrică a avut un caracter științific chiar de la început, datorîndu-se în întregime descoperirilor făcute în domeniul electricității în secolele XVIII—XIX, industria chimică a trebuit să treacă de la aplicarea celor mai vechi procedee tradiționale la o producție bazată pe abordarea rațională a soluționării unor probleme determinate. În ambele cazuri însă, nevoia de oameni de știință la toate nivelele pentru continuarea cercetărilor științifice, a perfecționării și a producției este mai mare decît în toate celelalte industrii tradiționale, inclusiv industria grea și a construcției de mașini. De fapt, cam trei sferturi din totalitatea oamenilor de știință care lucrează în industrie sînt ocupați în industria electrică și chimică.

Industria chimică fină

Din punct de vedere cantitativ, cea mai mare parte a producției chimice o formează substanțele chimice grele și materialele plastice, obținute într-o măsură tot mai mare prin procese de sinteză cu control automat. Din punct de vedere calitativ, mult mai importantă este — în orice caz pentru viitor — industria chimică fină, care tinde din ce în ce mai mult să se integreze în noua biologie. Procedeele chimice, elaborate în ultima parte a secolului al XIX-lea în scopul producției de coloranți destinați comerțului, sînt acum orientate în bună măsură spre studiul substanțelor prezentînd importanță în biologie, mai întîi în vederea cercetărilor, iar în cele din urmă și din ce în ce mai rapid în vederea folosirii lor masive în medicină sau agricultură.

Situația științifică în domeniul biochimiei va fi examinată în capitolul al 11-lea. Din punctul de vedere al chimiei este suficient să spunem că există toate indiciile că această știință se află în prima ei fază de dezvoltare, care se desfășoară foarte rapid.

Nevoile sociale și planificarea științifică

Progresele biochimiei și ale chimioterapiei au vădit însă că, prin această latură a ei, știința este pe cale să intervină în problemele omenirii într-un mod mult mai direct și mai eficace decît a făcut-o vreodată în trecut. Transformarea în-

tregii lumi se poate accelera în urma unei anumite descoperiri chimice, ca aceea a paludrinei pentru tratamentul malariei sau a atricidei pentru combaterea bolii somnului, mai repede decît prin obținerea energiei conținute în întreaga cantitate de uraniu din lume. Acest fapt face ca dezvoltarea proporțională a diferitelor ramuri ale științei să devină o problemă de interes social direct. Acum, cînd realizarea unor progrese într-un anumit domeniu și nu în altul poate constitui o chestiune de viață și de moarte pentru sute de milioane de oameni, nu se mai poate îngădui ca dezvoltarea unei ramuri științifice sau a alteia să fie lăsată pe seama înclinațiilor personale și a eforturilor individuale ale fiecărui om de știință, care adesea lucrează fără să-și dea seama de implicațiile mai largi ale temelor cercetate. Aceasta relevă nu atît necesitatea de a dirija activitatea oamenilor de știință, cît necesitatea realizării unui sistem mai bun de pregătire științifică, adaptat unei societăți care să urmărească în mod conștient asigurarea bunăstării maxime a omenirii.

10. 8. Resursele naturale

Energia, solul și mineralele

Nicăieri nu apare mai evidentă nevoia unei perspective atît de cuprinzătoare ca în folosirea resurselor naturale ale planetei noastre: rocile și solul, apa, aerul și lumina Soarelui. Acestea sînt domeniile științelor despre Pămînt, care, deși s-au născut pe baza experienței dobîndite de om în extragerea bogățiilor naturale (p. 468 și urm.),^{6.49} au rămas pînă în timpul din urmă științe mai mult descriptive și interpretative. Între timp a avut loc o exploatare necugetată și ruinătoare a bogățiilor subsolului, însoțită de o intervenție încă și mai primejdioasă asupra solului și vegetației. Pînă în secolul actual, risipa și distrugerea acestor bogății au avut un caracter limitat și local. În prezent, proporțiile și forța mereu crescînde ale mecanizării, ca și extinderea și mai rapidă a folosirii combustibililor și metalelor, amenință să distrugă pentru totdeauna stocurile naturale, acumulate treptat, ale întregii planete.

Pînă acum, sub capitalism, aceste stocuri au fost ferte numai datorită ignoranței. Sub regimul proprietății private, globul pămîntesc este împărțit în sfere de influență ale concernelor monopoliste. Interesul lor poate dicta azi extracția necruțătoare și ruinătoare a unei resurse naturale pentru obținerea de profituri rapide din salarii de

mizerie, iar apoi renunțarea completă la continuarea exploataării, de teamă că va crește oferta și vor scădea prețurile și profiturile. Sub acest regim este imposibil ca globul pământesc să fie cercetat în mod științific sau folosit în mod rațional. Într-adevăr, pe tot cuprinsul așa-numitei lumi libere, cunoașterea resurselor naturale se limitează la prospec-tarea, ici-colo, a unor terenuri anumite, întreprinsă de monopoluri, și la cercetări geologice oficiale, pretențioase, dar meschin subvenționate, întreprinse de guverne profund preocupate să nu afecteze cumva interesele particulare. Înainte de război nu se descoperise decît o foarte mică parte chiar și a mineralelor ușor accesibile, după cum reiese destul de limpede din faptul că după război au fost descoperite zăcămintele foarte bogate prin explorări ceva mai bine organizate.

Aceeași lecție poate fi trasă din experiența Uniunii Sovietice și a celorlalte țări socialiste. Acolo resursele naturale cunoscute, descoperite prin explorări deosebit de active efectuate de expediții științifice mereu mai numeroase, întrec cu mult cele mai optimiste prevederi din trecut. ^{6.130 ; 6.150 *} Acolo studiul resurselor naturale este strîns legat de folosirea lor. Apare evident acum că resursele de materii prime ale naturii nu trebuie să fie nesocotite sau adunate așa cum se găsesc, ci trebuie să intre în sfera controlului întregii omeniri. Bogățiile minerale, resursele de apă, posibilitățile biologice ale solului, numărul locuitorilor nu constituie elemente date o dată pentru totdeauna și imuabile, ci trebuie transformate în așa fel, încît să asigure nu numai folosirea cea mai bună a fiecărui element în parte, dar și o cît mai bună îmbinare a lor. În consecință, natura trebuie să fie nu numai cunoscută și folosită, dar și transformată. Noile posibilități mecanice, chimice și biologice oferite de știință constau, așa cum începe s-o dovedească experiența Uniunii Sovietice și a celorlalte țări socialiste, în faptul că rîurile pot fi transformate în salbe de lacuri sau, la nevoie, întoarse din cale ; că șesurile întinse pot fi împădurite, iar pustiurile deștelenite (p. 689). Omul poate lucra acum pe aceeași scară ca și natura, înmulțind astfel resursele de care putea dispune mai înainte. ^{6.184} În mod necesar, transformarea naturii este o problemă de biologie și în aceeași măsură o problemă de fizică, astfel încît pare mai potrivit ca examinarea ei completă să fie făcută în capitolul următor. Aici este de ajuns să subliniem că o dată cu creșterea proporțiilor lucrărilor întreprinse nu mai este suficient ca activitatea și cunoașterea să se limiteze la regiuni izolate. Acțiunea trebuie să se desfășoare pe scară mondială. Chiar

și pentru cunoașterea deplină a unei părți oarecare de pe glob este necesar să se facă apel la observațiile efectuate pe toată suprafața lui. Pentru folosirea integrală a științei în scopul punerii resurselor naturale la îndemîna tuturor oamenilor, colaborarea internațională este necesară mai mult decît oricînd altădată *.

10. 9. Războiul și știința

Din păcate, tocmai în secolul actual, cînd în știință s-a simțit mai mult ca oricînd necesitatea și utilitatea colaborării internaționale, aceasta a fost împiedicată mai mult ca oricînd. Războaiele purtate, ca și amenințarea celor ce mai aveau să vină, au avut un rol hotărîtor în frînarea progresului științei și în folosirea ei pentru alte scopuri.

Orice încercare de a cerceta dezvoltarea științei și relațiile ei cu industria în secolul al XX-lea trebuie să conțină neapărat și o analiză a influenței exercitate de război. Deși, așa cum s-a arătat (p. 157, 237), războiul a exercitat și în secolele precedente o influență însemnată asupra științei, fiind, la rîndul lui, transformat de știință, acțiunea sa a devenit acum de cu totul alt ordin. Această situație a apărut datorită multor împrejurări. Aplicațiile precedente ale științei în procesele de producție au contribuit în mare măsură la producerea dezechilibrului economic și politic, care a dat naștere imperialismului, crizelor și războaielor din secolul nostru. Zece ani s-au petrecut în războaie, timp în care întregul efort al țărilor industriale a fost îndreptat spre inventarea, perfecționarea și fabricarea de noi arme, iar cel puțin alți 20 de ani au fost consacrați pregătirilor de război, în cursul cărora, într-un ritm ceva mai lent, s-a desfășurat aceeași activitate. Rezultatele materiale ale acestei activități pot fi constatate de oricine, cel puțin în țările lumii vechi, prin distrugerea completă a zeci de orașe, care au avut nevoie de veacuri pentru a fi construite, prin pierderile omenești mai puțin vizibile, dar cu un efect mult mai paralizant și mai îndelungat, și, ceea ce este poate mai rău decît orice, prin mentalitatea care a fost insuflată oamenilor de a considera toate aceste lucruri ca inevitabile.

Armele de distrugere

Mijloacele cu care au fost efectuate toate aceste distrugerii au avut în mare măsură un caracter științific. Chiar înainte de bomba atomică, guvernele au folosit mii de oameni de știință și au cheltuit zeci de milioane de lire sterline

pentru perfecționarea avioanelor, bombelor și a folosirii radarului în navigație, fără să mai vorbim de perfecționările distructive aduse armelor mai vechi. În momentul de față este mai mult decât evident că folosirea fizicii în această direcție a provocat destule pagube ca să frâneze dezvoltarea civilizației timp de decenii și că este în stare, dacă această utilizare va continua în ritmul tot mai accelerat din prezent, să stingă orice urmă de viață pe cea mai mare parte a globului. Primejdia pe care o reprezintă bomba cu hidrogen a făcut ca acest lucru să fie înțeles de întreaga omenire.

Utilitatea potențială a echipamentului militar

Experiența militară dobândită de știință impune însă cu tot atîta vigoare o concluzie diferită și mult mai promițătoare. Inseși presiunile exercitate de necesitățile războiului au dovedit în ce măsură se poate accelera ritmul de dezvoltare și de aplicare practică a fizicii, întrecînd cu mult orice și-ar fi putut închipui mintea omenească în timp de pace. Pe de altă parte, chiar și în timp de război, știința a fost numai într-o mică proporție folosită în scopuri exclusiv militare. În bună măsură, folosirea științei în război este destinată satisfacerii aceluiași nevoi care există și în viața civilă, cu singura deosebire că aceasta are loc fără întârzieri și fără a se ține seama de sumele ce trebuie cheltuite. Principalele progrese tehnice din timp de război au fost realizate în domeniul comunicațiilor, transportului și producției. Aparatul portativ de radioemisie și recepție, buldozerul, autocamionul-amfibie și jeepul sînt tot atît de tipice pentru cel de-al doilea război mondial ca și armamentul cu reacție, fortărețele zburătoare și chiar bomba atomică. Reconstrucția lumii și întinderea civilizației în regiuni mai înainte sterile pot fi realizate cu ajutorul acestor mașini simple și utile, de o rapiditate mult mai mare decât s-a crezut vreodată. D.D.T.-ul și penicilina, deși nu au apărut în urma cercetărilor științifice destinate războiului, au fost ameliorate și folosite în proporții care nu ar fi fost posibile dacă războiul nu ar fi avut loc.

Chiar și în dezvoltarea armamentelor, metodele de aplicare a științei pot fi în esență aceleași în timp de pace și în timp de război, cu singura deosebire că în țările capitaliste ele nu sînt împinse înainte cu toată vigoarea decât sub impulsul temerii față de o reducere a profiturilor și al speranței de a realiza profituri pe care numai războiul le poate prilejui. De asemenea, numai în timp de război se poate ajunge la un nivel înalt de planificare și la evoluarea tu-

turor consecințelor posibile. Toate aceste aspecte s-au manifestat în realizările științifice importante din timpul celui de-al doilea război mondial, în special în domeniul radarului.

Cercetările operaționale

Domeniul producției de armament nu a fost singurul în care experiența războiului avea să mărească sfera de acțiune a științelor fizice. Pentru prima dată în timp de război, activitatea omului de știință l-a condus de la studiul armelor, ca atare, la acela al modalităților utilizării lor pe câmpul de luptă. De la rezultatul acestor cercetări a fost aproape inevitabil condus la studiul științific — prin intermediul observațiilor și experiențelor, — al operațiilor militare efective, pe uscat, pe mare și în aer. Cercetările operaționale au fost definite ca „folosire a metodei științifice, în special a metodei măsurării, spre a ajunge la hotărâri pe care să poată fi întemeiate acțiunile de executare”.^{6.53a} De pildă, cercetările operaționale au fost folosite pe scară întinsă și adesea cu rezultate hotărâtoare în campania antisubmarină^{6.26} de armata engleză, iar mai târziu de cea americană; ele nu au fost folosite de germani, iar această omisiune a contribuit la înfrângerea lor, atât datorită faptului că nu au reușit să găsească mijloacele de luptă împotriva armelor inamicului, cât și datorită cheltuirii de eforturi disproporționate pentru realizarea unor arme a căror inutilitate ar fi fost vădită de cercetările operaționale.

După câte știm, Armata Sovietică nu a folosit vreun corp special pentru cercetări operaționale. Acest lucru nu a fost necesar, întrucât, datorită compoziției de clasă, pregătirii și tradițiilor Armatei Sovietice cu totul diferite, știința a constituit de la bun început o parte implicită a pregătirii ei tactice și a operațiilor ei militare. Realizările acestei armate, atât în producția armelor superioare, vechi și noi — tancuri, tunuri și rachete —, cât și în întrebuintarea acestora pe câmpul de luptă, arată măsura în care poate fi folosită știința în operațiile de război în mod flexibil și cu imaginație. De obicei se pierde complet din vedere faptul că folosirea trupelor de parașutiști, socotite acum ca un ajutor de neprețuit al forțelor în ofensivă, este o inovație sovietică, pe care experții militari străini au privit-o cu o caustică ironie la prima ei aplicație.

Cercetările operaționale s-au limitat la domeniul științelor fizice numai în stadiul lor inițial. Întrucât aceste cercetări au debutat prin făurirea radarului sau a dispozitivelor de ajustare a tirului, cercetătorii în domeniul operațional

erau de preferință fizicieni. Totuși, în esență, aceasta este o metodă de organizare a oamenilor și va fi tratată, ca atare, în capitolul al 14-lea. Importanța cercetărilor operaționale pentru această parte a lucrării constă în aceea că ele au reprezentat prima cale de reunire a științei fizice, tehnologiei și practicii celei mai efective într-o singură disciplină comună, conștientă, cu implicații mult mai vaste decât acelea ale războiului, în special pentru producția industrială.

Învățămintele bombei atomice

Bomba atomică reprezintă exemplul suprem de transpunere în practică a unei descoperiri științifice exclusiv în scopuri de război, într-un interval — până atunci înimaginabil de scurt — de numai trei ani. Ca acțiune științifică și industrială, această realizare reprezintă cel mai concentrat și, în cifre absolute, cel mai mare efort tehnic-științific din toată istoria omenirii. De fapt, suma cheltuită pentru proiectul atomic, aproximativ 500 000 000 de lire sterline, înțrece cu mult ceea ce s-a cheltuit pentru totalitatea cercetărilor și dezvoltării științifice precedente.

Pe de altă parte, în orice sistem rațional de folosire a științei, fisiunea atomică s-ar fi găsit în centrul celei mai intense activități de cercetare, care să ducă la utilizarea ei pentru producerea de energie și pentru alte țeluri spre care ar putea fi îndrumate produsele reactorilor atomici (p. 545 și urm.).

În realitate, după cum știm cu toții, aplicarea ei a fost realizată într-un scop cu totul diferit, acela de a produce bombe care să ucidă fără nici un rost 60 000 de oameni la Hiroșima și 39 000 de oameni la Nagasaki. Această acțiune nu are nici un fel de justificare militară. Chiar și în documentul oficial, „Raport asupra războiului din Pacific”, găsim următoarea declarație :

„...Bazându-se pe o cercetare amănunțită a tuturor faptelor și sprijinindu-se pe mărturia conducătorilor japonezi rămași în viață, Comisia de anchetă este de părere că Japonia ar fi capitulat cu siguranță înainte de 31 decembrie 1945, chiar dacă nu s-ar fi lansat bombele atomice, chiar dacă Rusia nu ar fi intrat în război și chiar dacă nu s-ar fi planificat sau nu s-ar fi intenționat nici un fel de invazie” 6.13 ; 6.20

Însăși existența bombei atomice, amenințarea Statelor Unite de a o folosi împotriva foștilor lor aliați, farsa tragică a spionilor și secretelor care nu erau câtuși de puțin secrete au contribuit mai mult decât oricare alte produse ale științei la înveninarea relațiilor internaționale și la îngrozirea și descurajarea lumii. În Statele Unite, vestea că Uniunea

Sovietică a realizat și ea bomba atomică a intensificat simțămîntul de suspiciune, ale cărui victime au fost soții Rosenberg. Reacția față de această știre nu a constatat în acceptarea interzicerii tuturor armelor atomice, ci într-o goană nesăbuită pentru producerea unei arme și mai înspăimîntătoare, bomba cu hidrogen (p. 589 și urm.). Tocmai împotrivirea față de această politică a fost cauza reală a căderii în dizgrație a lui Oppenheimer.^{8.17} De la bun început, cercetările legate de producerea bombei atomice au avut efecte importante asupra științei, economiei și politicii. În special în Statele Unite, influența Comisiei pentru energia atomică a provocat orientarea cercetărilor științifice într-un mod cu totul unilateral spre studierea problemelor nucleare.^{1.40}

Întreaga istorie care a urmat, discuția angajată și pînă acum neîncheiată în legătură cu interzicerea bombei și controlul energiei atomice, scoate în relief, ca niciodată înainte, rolul hotărîtor al științei fizice în politica internațională.^{6.19; 6.20} Asupra acestui aspect vom reveni mai tîrziu. Aici este de ajuns să subliniem importanța noului gen de mari întreprinderi industriale care s-au format în jurul producției bombei atomice, implicînd o asociere mai strînsă decît oricînd înainte a monopolurilor electrice și chimice cu cercurile militare și cu guvernul, asociere de pe urma căreia firmele pot pompa din vistieria statului fonduri din ce în ce mai importante fără nici un risc. Propunerile în vederea extinderii aceluiași sistem și în Anglia, concretizate în legea pentru energia atomică, iar acum diferitele acțiuni întreprinse în cadrul orbitei capitalismului în legătură cu Euratomul și cu reunirea altor mijloace de finanțare a energiei atomice dovedesc tendința comună de a pune noile forțe descoperite de știință în slujba profiturilor și a războiului.

Istoria bombei atomice arată de asemenea că, sub amenințarea războiului, chiar și în orbita capitalismului este posibilă realizarea pe o bază planificată a unor întreprinderi uriașe care să coordoneze activitatea diferitelor științe și tehnici. Aceasta oferă o dovadă incontestabilă a ceea ce ar putea să înfăptuiască știința dacă ar fi aplicată în mod planificat la satisfacerea nevoilor omenirii și nu în scopuri de distrugere.

Proiectilele teleghidate

Pentru producerea bombei atomice, care a fost cea mai distrugătoare aplicare a științei în slujba războiului, s-a făcut uz de realizările cele mai noi ale științei. Ea nu a fost însă singura realizare de importanță hotărîtoare. O egală însemnătate prezintă și aplicațiile din domeniul fizicii radiației și

al teoriei informației exemplificată prin : telecomunicațiile, radarul, artileria, proiectilele de proximitate, rachete dirijate și care își caută ținta, care au fost introduse spre sfârșitul războiului și care, de atunci, au fost perfecționate asiduu. Principiile care stau la baza acestor realizări au mai fost discutate (p. 550 și urm.). Aici trebuie numai să reținem cât de mult a fost accelerat ritmul cercetărilor în radiofonie și electronică în cadrul efortului de război și felul în care necesitățile militare de utilaj ușor, compact și, mai presus de toate, necostisitor au transformat procesul de fabricare a diferiților componente și au dus la procesul de miniaturizare, care după război a culminat cu tranzistorul minuscul, pe cale să ia locul masivului tub electronic.

Războiul științific și inuman

Scopul final al introducerii controlului și dirijării electronice în domeniul armamentului este acela de a plasa elementul uman angajat în lupte cât mai departe de zona efectivă a operațiilor militare sau, pentru a vorbi fără ocol, de a menține în siguranță pe cel care lansează proiectilul, ținându-l cât mai departe de efectele acțiunii lui și de repercusiunile imediate. De fapt, folosirea unor astfel de arme nu reduce prin nimic caracterul inuman al războiului. Prin folosirea în războiul din Coreea a explozivilor puternici și a napalmului, ^{6.60} americanii și aliații lor au provocat suferințe fizice și nenorociri mult mai mari, unui număr mai mare de oameni și într-un timp mai scurt, decât în oricare alt război de aceeași proporții din trecut. Aceste arme însă măresc considerabil cheltuielile de război și limitează capacitatea de ducere a războiului la statele puternic industrializate, care folosesc din plin știința, sau la statele partenere ale lor nu atât de puternic industrializate, dar cu mai mari resurse omenești. În același timp, distanța mare dintre acțiunea militară și rezultatele ei favorizează lipsa de răspundere în metodele de purtare a războiului modern, care, prin inconștiența lor, rivalizează de fapt cu cruzimea conștient practică a primelor epoci ale omenirii. În lucrarea sa „Războiul și progresul omenirii”, ^{6.161} profesorul Nef prezintă o istorie bine documentată a procesului de degradare treptată a normelor de conduită în cursul operațiilor de război, proces care se desfășoară paralel cu perfecționarea armelor de ucidere în masă. Războiul purtat prin apăsare pe buton permite unor oameni care gîndesc corect și în aparență civilizați să săvîrșească cu cugetul curat cele mai înspăimîntătoare masacre, ale căror efecte ei nu le văd niciodată.

Și mai primejdioasă este credința în eficacitatea războiului prin apăsarea pe buton, deoarece tocmai prin această credință se poate dezlănțui cu ușurință un război agresiv sau un așa-numit război preventiv. Teoria Trenchard-Douhet despre câștigarea războaielor prin distrugerea potențialului de război al inamicului cu ajutorul unor bombardamente strategice masive a determinat cea mai mare parte a distrugerilor din cel de-al doilea război mondial, fără a fi adus vreun avantaj decisiv. În realitate, producția germană de război a crescut chiar sub intensele bombardamente engleze și americane.^{6.13} Totuși, această teorie predomină mai mult decât oricând. Înarmați cu bomba atomică sau termonucleară și cu proiectile teleghidate, câțiva zănatici primejdioși aflați în posturi de răspundere ar putea să-și închipuie că vor câștiga al treilea război mondial în câteva ore sau zile. Într-o zi, această credință nesăbuită l-ar putea dezlănțui efectiv.

Bomba cu hidrogen

Aceste idei, încolțite înaintea perioadei atomice, au dus la apariția propriei lor Nemesis prin construirea bombei cu hidrogen. După ce a început cursa în domeniul producerii bombei atomice, s-a crezut că partea care va reuși să producă cea dintâi bomba cu hidrogen, cu o forță distructivă de o mie de ori mai mare decât a bombei atomice „obișnuite”, va obține avantajul hotărâtor și, așa cum se lăudau pe față americanii, va obține o nezdrcinată „poziție de forță” de pe care să negocieze. Așa cum a reieșit, se pare că, în domeniul noilor tipuri de arme nucleare, Uniunea Sovietică se afla întrucîtva înaintea altor țări și în 1954 s-a ajuns la un fel de impas atomic, care ar fi putut înlesni destinderea situației internaționale.

La început, bomba cu hidrogen a fost privită numai ca o bombă atomică mult mai puternică, forța fiecărei explozii fiind măsurată prin zecile de milioane de tone (megatone) de trinitrotoluen, necesare pentru producerea unei explozii egale. Ca atare, era evident că o singură bombă era de ajuns pentru a rade de pe fața pămîntului o capitală mare ca New Yorkul sau Moscova ori o regiune industrială ca Ruhrul. Întrucît folosirea ei pentru obiective mai mici ar fi însemnat o risipă, aceasta ducea nemijlocit la teoria „loviturii hotărîtoare” și a „războiului de 36 de ore”.

Un alt efect a făcut însă ca pînă și aceste proporții ale distrugerii să pară neînsemnate și a introdus în desfășurarea războiului cu mijloace științifice o nouă oroare, pe cît se pare fatală. Este vorba de *precipitațiile radioactive* descoperite

printr-un accident tragic, datorat experiențelor cu bomba termonucleară efectuate de Statele Unite în Oceanul Pacific la 1 martie 1954. Printr-o schimbare a direcției vântului, câțiva pescari japonezi, aflați la o depărtare de 120 km de locul experienței, au fost expuși unei ploii de cenușă radioactivă, care a provocat îmbolnăvirea lor gravă de maladia de radiație, iar șase luni mai târziu unul dintre pescari a murit. Din analiza materialului radioactiv făcută de fizicieni japonezi, s-a constatat faptul destul de surprinzător că predominau produse ale fisiunii uraniului. A devenit de îndată clar că forța bombei se datora unei reacții nucleare triple și nu duble. Neutronii rezultați din explozia provocată de fuziunea hidrogenului erau folosiți pentru explodarea unui înveliș de uraniu al bombei. Acum, când nu mai avea rost să se păstreze secretul, autoritățile americane au publicat date cu privire la precipitațiile radioactive, arătând că potențialul lor de ucidere este încă și mai mare decât efectele directe ale exploziei. O astfel de bombă — detonată la câteva mii de metri de pământ — poate da naștere unor precipitații cu o radioactivitate de concentrație mortală pe o suprafață de mai multe mii de kilometri pătrați, iar curenții provocați de explozie pot răspândi precipitații cu o concentrație de la o jumătate de doză până la patru doze mortale pe o suprafață de alte mii de kilometri pătrați, corespunzând unei fișii lungi de aproximativ 300 km situată în direcția vântului. Condițiile expunerii la aceste precipitații nu au prea mare însemnătate, deoarece efectul părții celei mai mari a radiației este persistent, iar cei care în momentul căderii precipitațiilor s-ar afla la adăpost n-ar putea totuși să iasă necontaminați din zona respectivă. Și nici aceasta nu este totul. O parte din materialul radioactiv se ridică în straturile superioare ale atmosferei și este răspândit deasupra întregii lumi, după care continuă să cadă pe pământ timp de mulți ani. Nici o vietate nu poate scăpa. Oile din Wales poartă și acum în oase stronțiu 90, provenit din exploziile provocate în Pacific. Tocmai aceste radiații mai slabe au efecte genetice, putând să producă monștri timp de generații întregi (p. 677).

A trebuit să treacă un timp considerabil până ce aceste fapte au fost înțelese de oamenii obișnuiți și încă și mai mult de către politicieni și militari. Aceste fapte transformă orice orientare spre război în perspectiva unui măcel general, care ar avea proporții și ar aduce suferințe de neînchipuit, cu efecte ulterioare nelimitate. Este puțin probabil, cu toate că se fac cu autoritate asemenea previziuni autorizate, ca moartea să se milostivească de toți oamenii, însă foarte puțini vor scăpa de boala radiației și nimeni nu va fi ferit de urmările genetice. O jumătate de duzină de bombe ar șterge de pe fața pământu-

lui orașele și industria Angliei. Un expert militar american a declarat chiar că, prin desfășurarea tuturor forțelor de bombardament americane, s-ar ucide aproximativ 700 000 000 de oameni, adică un sfert din populația lumii, dar victimele nu s-ar număra nicidecum numai în rîndurile adversarilor.^{8.9a} După cum a subliniat în 1954 profesorul Blackett, toate acestea fac ca întreaga strategie internațională, bazată pe forța militară, să devină în realitate absurdă. Cu toate acestea, nici unul dintre politicienii occidentali aflați la putere nu se arată dispus, cel puțin oficial, să tragă concluziile corespunzătoare și să declare că, întrucît războiul general ar însemna o sinucidere, cu cît națiunile vor ajunge mai curînd la o înțelegere în privința dezarmării generale, găsind alte mijloace decît forța pentru rezolvarea divergențelor dintre ele, cu atît va fi mai bine. Puterile apusene, cel puțin pînă în momentul de față, mai vorbesc despre bomba cu hidrogen ca despre marel lor mijloc de intimidare și cheltuiesc o zecime din venitul lor național și mai mult de jumătate din resursele lor de oameni existente în domeniul științific și tehnic, pentru pregătiri absurde de război.

Efectele războiului asupra științei și a oamenilor de știință

De marea schimbare în poziția și locul științei determinată de al doilea război mondial ne-am ocupat mai înainte. În primul rînd a fost afectată fizica, deoarece era știința cea mai înaintată și cea mai strîns legată de război și de industrie. Dar în Anglia și în America tocmai războiul a provocat cea mai mare stagnare a fizicii. Majoritatea laboratoarelor academice au fost închise sau trecute în slujba producției de război, iar oamenii de știință cei mai străluciți s-au ocupat de probleme fără nici o contingență cu activitatea lor de pînă atunci. Importanța supremă pe care războiul a dat-o fizicii, în special în legătură cu energia atomică și cu electronica, s-a menținut și în perioada de după război. Aceasta a însemnat, îndeosebi în Statele Unite, o mare dezvoltare dată cercetărilor de fizică și utilizarea laboratoarelor cu o aparatură vastă și costisitoare, cum sînt reactorii atomici experimentali, sincrotronii și mașinile electronice de calcul.

Preponderența științei militare

Toate aceste aparate, ca și în general proporțiile acestei activități, depășesc cu mult posibilitățile chiar și ale celor mai bogate universități sau chiar ale firmelor industriale, astfel

că ele nu pot fi găsite decât în laboratoarele speciale ale statului ori în laboratoarele universitare sau industriale subvenționate de stat. De fapt, au fost folosite amândouă metodele, ceea ce a avut drept rezultat faptul că, în ceea ce privește activitatea științifică, laboratoarele statului au ajuns să rivalizeze cu universitățile, iar facultățile de fizică au ajuns să joace un rol auxiliar în cadrul programelor de cercetări, organizate conform contractelor încheiate cu statul. În sine, aceasta n-ar aduce nici un rău, ba chiar ar putea să fie de folos, asigurând un contact mai strâns al universităților cu practica ingierească contemporană ; din păcate însă, toate aceste cercetări științifice nu sînt sprijinite decât în vederea viitoarei lor utilizări militare. Războiul a consolidat încă și mai mult dominația statului și a monopolurilor asupra științei fizice. Măsura în care se exercită controlul diferă considerabil de la o țară la alta ; în Statele Unite, acest control este însă total.

De la bun început, întreaga activitate cu caracter atomic a fost supusă restricțiilor legate de securitatea statului. Începînd din 1950, aceste restricții s-au extins și la alte domenii. Ele merg mult mai departe decât simplul control asupra rezultatelor cercetărilor științifice care ar putea avea o valoare militară, răsfrîngîndu-se asupra vieții și concepțiilor tuturor cadrelor universitare. Aceasta implică jurămîntul de „lealitate” în condiții în care refuzarea prestării lui înseamnă concedierea, iar depunerea lui îl expune pe profesor arbitrarului oricărui agent informator, care îl poate acuza că are legătură cu vreuna din numeroasele organizații subversive sau că pur și simplu face parte din vreuna din ele. Această situație a culminat prin atacul împotriva profesorului Robert Oppenheimer, omul de știință căruia i se datorește construirea efectivă a bombei atomice. Efectul pe care această atmosferă îl produce asupra noilor generații de oameni de știință este acela că descurajează orice gîndire independentă și, în general, orice gîndire în afara domeniului strîmt al specialității științifice respective.

În Anglia, cota-parte a statului la cercetările științifice cu caracter militar este mult mai mare decât aceea a universităților, iar cercetările strict secrete se efectuează cu preponderență, deși nu exclusiv, în laboratoare de stat. Legătura cu marea finanță este de asemenea mult mai indirectă, iar fondurile universităților, deși sînt alimentate precumpănitor prin subvenția statului, sînt administrate de conduceri proprii. În modul acesta, cele mai nefaste consecințe ale militarizării științei sînt evitate, însă cu prețul frînării cercetărilor științifice. Pe de altă parte, controlul asupra gîndirii se exercită aici într-o formă mult mai subtilă decât în America, astfel încît

este mult mai greu de reacționat. Profesorii sînt rareori concediați din cauza părerilor lor politice, în schimb însă nu sînt numiți în posturi importante dacă se consideră că vederile lor n-ar fi sănătoase.

În Franța, situația este alta, datorită complicațiilor care au urmat ocupației germane, precum și datorită marelui și influentului partid comunist. Totuși savanți de seamă sînt excluși din posturile de conducere din motive politice. În 1950, Joliot-Curie, unul dintre descoperitorii fisionii nucleare și luptător de frunte în mișcarea de rezistență, a fost înlăturat din postul său de Înalt comisar pentru energia atomică, pentru că a declarat în mod public că energia atomică nu trebuie să fie folosită niciodată în scopuri de război.

În ciuda acestei presiuni oficiale, oamenii de știință din lumea întreagă au protestat fără încetare în fața primejdiei războiului atomic și a folosirii științei în scopuri de război. O acțiune permanentă de informare pe această temă au desfășurat-o asociațiile de savanți atomiști din Statele Unite, Anglia și Franța, cu care și-au unit glasul organizații cu caracter mult mai general, ca Federația mondială a oamenilor de știință și Știința în slujba păcii, precum și alte organizații științifice din India, China și Uniunea Sovietică. În Japonia, fiecare organizație științifică a dus o campanie efectivă de protest împotriva bombelor atomice și a experiențelor cu bombe atomice. Un răsunet imens au stîrnit apelurile lansate de Bertrand Russell și de Einstein, cerînd să se pună capăt războiului, precum și acela, cu un caracter ceva mai limitat, semnat de majoritatea laureaților Premiului Nobel în domeniul științei.^{8, 59a} O urmare importantă a acestui fapt avea să fie întrunirea unor eminenți oameni de știință în orașul Pugwash din Canada, care, de atunci, s-au mai întîlnit de cîteva ori. Cu ocazia acestor întîlniri, oameni de știință din țări ca S.U.A. și U.R.S.S. au avertizat omenirea împotriva pericolelor imediate ale experiențelor atomice și a urmărilor distrugătoare ale unui război atomic total. Deși toate acestea au exercitat o influență asupra opiniei publice este evident că va trebui să se mai facă mult pînă cînd toate guvernele vor fi dispuse în mod serios să accepte interzicerea războiului atomic.

Costul cercetărilor militare

Rămîne faptul amar că, într-o măsură de neconceput în trecut, în țările capitaliste cercetările în domeniul fizicii au ajuns să fie dominate de necesitățile militare. Orientarea militară a cercetărilor științifice apare încă și mai clar la analiza destinației lor practice. După cum rezultă din tabelul de mai

jos, sumele alocate în Statele Unite și în Anglia pentru cercetări și perfecționări specific militare sînt astăzi de cîteva ori mai mari decît cele cheltuite înainte de război.

CHELTUIELI PENTRU CERCETĂRI ȘI PERFECȚIONĂRI
(în milioane de lire sterline)

	Cercetări industriale			Cercetări subvenționate de guvern					
				Civile			Militare		
	1937	1949	1955	1937	1949	1955	1937	1949	1955
S. U. A.	61	325	920	20	43	140	5	250	710
Anglia	3	32	65	3	17	36	1,5	86	214

În perioada postbelică, cheltuielile militare au pus cu totul în umbră pe cele pentru cercetări și perfecționări civile. Cum sînt cheltuite aceste sume este mai greu de arătat, dat fiind misterul în care este învăluită această activitate. Este probabil că partea leului revine firmelor producătoare de armament, inclusiv celor din industria chimică și constructoare de mașini, care furnizează noi substanțe și piese de mașini. E probabil însă că se cheltuiesc sume incomparabil mai mari pentru perfecționarea armelor de distrugere în masă și a mijloacelor de lansare și dirijare a acestora la mari distanțe. Se prea poate ca aceste sume să fie risipite în mare măsură fără rost, cum este obiceiul în instituțiile militare care au predilecție pentru experiențele de mari proporții, din care nu se poate învăța mai nimic, iar sub pretextul „securității” sînt puse la adăpost de orice verificare științifică sau economică.^{1.2.3} Deși, din considerente etice, un mare număr de oameni de știință s-a ținut departe de cercetările cu destinație militară, iar verificarea lealității a îndepărtat pe mulți alții, au rămas totuși destui în acest sector științific, reprezentînd o mare pierdere potențială pentru știință.

Sutele de milioane de lire sterline sau miliardele de dolari alocate pentru cercetări militare arată destul de limpede ce fonduri s-ar putea alocă științei civile într-un sistem social mai sănătos. De fapt, dacă aceste sume ar fi distribuite rațional pentru învățămîntul public, cercetări și perfecționări, ele ar putea să transforme cu desăvîrșire situația științei: rapiditatea și valoarea aplicabilității ei pentru satisfacerea nevoilor omenirii ar înregistra un salt uriaș. În societatea capitalistă însă nu ne putem aștepta la o astfel de folosire a științei. Cauzele vor fi examinate în capitolul al 14-lea; aici este suficient să arătăm că, în timp ce cercetările științifice subvenționate de guvern în scopuri pașnice ar îngreua exploatarea

consumatorului de către firmele particulare sau monopoliste, cercetările științifice subvenționate de guvern în scopuri de război aduc acestor firme contracte asupra unor cercetări și perfecționări care le asigură profituri fără nici un risc.

Din aceleași motive, principală lecție pe care războiul a dat-o științei — valoarea planificării strategice — nu poate fi folosită în condiții de pace (p. 823 și urm.). ^{1,2} Războiul a arătat că este posibil să se repartizeze problemele, chiar cele fundamentale, asupra tuturor forțelor care asigură efortul de război, stabilindu-se o anumită prioritate. Această repartizare a fost făcută atît după importanța pe care o prezenta rezolvarea problemelor, cît și după perspectivele de a fi rezolvate într-un timp convenabil, ținîndu-se seama permanent de calificarea, personalitatea și preocupările oamenilor de știință de care se dispunea în fiecare disciplină. În actuala perioadă de pace, o asemenea orientare strategică și planificată a științei este necesară mai mult decît oricînd în trecut; dar posibilitatea realizării ei nu este o problemă a științei fizice, ci a societății înșăși, iar analiza ei trebuie să fie amînată pînă după ce vom fi examinat domeniile științelor biologice și sociale.

10. 10. Viitorul științelor fizice

Înainte de a trece la aceste domenii, este util să examinăm în fugă perspectivele pe care le rezervă științelor fizice viitorul, precum și ramurilor industriale productive de care sînt atît de strîns legate, și să examinăm contribuția pe care științele fizice o pot aduce la gîndirea și cultura anilor ce vor veni. Factorii sociali și economici pot și, în cele din urmă, trebuie să controleze ritmul general de dezvoltare a științei și industriei. Aceeași factori pot de asemenea, deși într-o măsură mai mică, să determine orientarea sau repartizarea efortului științific total pe diferitele domenii științifice. Rămîne însă incontestabil că, în perioada imediat următoare, știința și industria nu pot progresa decît pe baza utilajului industrial și a ideilor existente. Descoperirile și teoriile revoluționare pot să transforme într-un mod cu totul neprevăzut acest tablou, dar nu sub toate aspectele și nici dintr-o dată, cum se poate vedea cu ușurință dacă ne gîndim cît timp a trebuit să treacă pînă ce teoria cuantică a început să se facă simțită. Nici măcar fisiunea atomică, cu toate miliardele de dolari cheltuite pentru ea, nu a provocat pînă în prezent vreo schimbare fundamentală în dezvoltarea fizicii.

Totuși, nu ar avea nici un sens să încercăm a prevedea viitorul științei teoretice și, separat, al celei aplicate. Imple-

tirea cercetărilor cu perfecționările efectuate în domeniul fizicii va deveni în mod necesar din ce în ce mai intensă, rolul științei teoretice crescînd fără încetare. Ingineria trece printr-un proces de transformare rapidă sub efectul dezvoltării științelor care i-au dat ființă cu trei veacuri în urmă.

Rolul conducător în transformarea tehnicii va aparține de acum înainte științei. Era transformării prin metode meșteșugărești s-a încheiat. În afară de aceasta, însăși viteza trecerii de la descoperire la aplicarea ei practică crește cu rapiditate. Orice nouă realizare științifică, din orice domeniu al științei fizice, poate fi tradusă în practică într-un interval de cîteva luni, iar experiența practică nouă, deși nu tot atît de rapid, va oferi științei teoretice noi instrumente și noi probleme.

Un alt aspect al aceleiași tendințe generale spre coeziune îl constituie legăturile reciproce din ce în ce mai strînse dintre diferitele discipline științifice, proces care afectează într-o măsură considerabilă nu numai fizica, dar și domeniul științelor biologice și sociale. O dată cu aceasta se resimte din ce în ce mai acut necesitatea de a înțelege schema efortului științific și tehnic în ansamblul său, astfel ca acest efort să poată fi organizat ca o înaintare strategică și nu risipit într-o serie de incursiuni izolate în necunoscut.

Trecînd de la aceste aspecte generale la unele concretizări, este posibil să indicăm, fără a încerca să facem vreo previziune de amănunt, anumite tendințe definite de pe urma cărora avem motive să ne așteptăm la progrese și la aplicări importante ale științei. Prin aceasta nu vreau să spun că descoperirile cele mai uluitoare vor avea loc tocmai pe aceste linii, căci însăși calificarea lor ca uluitoare presupune caracterul lor imprevizibil. Putem fi siguri că, în urma unui anumit efort științific, ele *se vor produce*, însă nu avem nici un mijloc pentru a determina *unde* și *cum*. S-ar putea ca, între timp, problematica anumitor domenii în care s-au produs numeroase descoperiri recente să se epuizeze, iar alte domenii, în care oamenii de știință au bătut pasul pe loc timp de decenii, să se afle în pragul unor transformări revoluționare. Cu toate acestea, experiența progreselor realizate în ultimul timp s-ar putea dovedi utilă pentru prevederea viitorului apropiat.

Viitorul fizicii nucleare

Dată fiind importanța lor esențială, natura particulelor elementare și interacțiunea lor în ciocniri cu viteze mici sau mari ori în nuclee mai mult sau mai puțin stabile ocupă un

loc de frunte în fizică. Dacă la aceasta adăugăm importanța militară imediată a problemei și posibilitatea aplicării ei ulterioare în scopuri industriale, precum și miliardele de dolari cheltuite în astfel de cercetări, tocmai aici ne putem aștepta să survină cel mai mare progres. Însăși situația foarte confuză și plină de contradicții interne a fizicii nucleare constituie un indiciu că ar putea să apară aici o teorie nouă și cuprinzătoare. De fapt, această teorie se lasă de mult așteptată. Noul arsenal de aparate experimentale, respectiv acceleratorii și reactorii pentru producerea particulelor, iar pe de altă parte scintilatorii și contorii de particule vor releva negreșit noi date și fenomene, care ar putea să stimuleze dezvoltarea fizicii teoretice și să ofere chiar fire conducătoare spre un progres care de mult trebuia să se fi realizat (p. 605, 608).

În altă ordine de idei, aceasta va contribui, prin folosirea atomilor marcați, la dezvoltarea altor științe, cum sînt chimia și biologia, iar din punct de vedere social va impune o dezvoltare generală a învățămîntului științific și a activității de cercetare. Efectele practice ale fizicii nucleare încep abia să iasă din sfera producției bombelor atomice și a otrăvurilor radioactive și să străpungă cămașa de forță a securității militare. După conferința de la Geneva ne este însă îngăduit să întrededem unele dintre aplicațiile fizicii nucleare. *

Energia atomică

După cum s-a arătat mai înainte, energia atomică a ajuns să fie folosită în scopuri civile nu numai la generarea electricității, dar și în transporturi. Americanii au un submarin atomic. Rușii au construit un spărgător de ghiață atomic, care a putut nu numai să spargă ghiața, dar și să croiască un drum prin ea; se vorbește despre locomotive și avioane atomice. S-ar putea ca rachetele atomice să soluționeze problema călătoriilor în cosmos. Dacă războiul va putea fi evitat, într-o jumătate de veac vom dispune de mari cantități de energie ieftină produsă prin fisiune nucleară și, poate, de o energie încă și mai ieftină produsă prin fuziune nucleară. Aceasta constituie un izvor nelimitat de aprovizionare a omenirii cu materiale și alimente. Energia poate fi folosită pentru extragerea oricărui metal, din minereuri oricît de sărace. Va exista destul oțel și aluminiu pentru satisfacerea tuturor nevoilor. Plantele vor putea fi cultivate în toată zona deșerturilor prin pomparea apei sau distilarea apei din ocean, iar în cursul îndelungatei ierni arctice, ele vor putea să înflorească în sere. Cînd energia va fi tot atît de accesibilă ca și aerul, vor apărea

alți factori limitativi, însă nici unul nu se va putea dovedi atât de greu de înlăturat ca factorii sociali, rămași moștenire din epoca de sărăcie, inegalitate și exploatare (p. 867, 931).

Înțelegerea, explorarea și folosirea universului

O tendință foarte clară a fizicii moderne, tendință mult accentuată prin studiul nucleului atomic și al razelor cosmice, constă în reînvierea interesului pentru universul extraterestru : planetele, stelele și galaxiile. Este probabil ca acest interes să se extindă și să devină mai intens, pe măsură ce se vor contura mai precis posibilitățile de a depăși limitele planetei noastre. Astrofizica și cosmologia, considerate în trecut științe de lux, par să fi pătruns de pe acum în miezul fizicii energiilor mari, iar nevoia aplicării acestor științe la geofizică și geochimie, chiar dacă nu vom reuși să părăsim niciodată Pământul, va impune cu siguranță necesitatea valorificării tuturor resurselor lui. În special reînvierea interesului pentru proprietățile pe care le posedă *plasma* — un amestec de atomi ionizați și electroni obținut la temperatură înaltă — și câmpurile electrice și magnetice (p. 545), interes apărut cu prilejul producerii energiei termonucleare, influențează direct observațiile efectuate asupra proceselor din Soare, stele și nebuloase. De fapt, înțelegerea proceselor nucleare cere nu numai studierea structurii universului extraterestru — a relativei abundențe a elementelor, a schimbărilor ciclice de energie din Soare și stele —, ci și a istoriei sale. Pătrunderea elementului istoric în știința fizicii desăvârșește legătura dintre ea și științele biologice și sociale.

Telescoapele optice, radiotelescoapele și telescoapele destinate razelor cosmice apar acum ca posturi de observație pentru explorarea și colonizarea universului de către om. În ultimul timp au și fost realizate progrese uriașe în această direcție prin dezvoltarea rachetelor, despre care am vorbit deja. Sateliți și planete artificiale, având la bord instrumente, au străpuns definitiv bariera gravifică a Pământului. Au fost trimise în spațiu animale și pe urmă oameni, care s-au reîntors nevătămați pe Pământ. Ideea călătoriilor interplanetare a și pus stăpânire pe imaginația tineretului. De îndată ce în această direcție se va lucra pe o bază internațională, călătoriile cosmice vor apărea ca o aventură atât de captivantă, încât s-ar putea prea bine să ofere, ca să-l parafrazăm pe William James¹, ^{6.140} echivalentul tehnic al războiului.

¹ William James este autorul unei lucrări intitulată *Echivalentul moral al războiului*. — Nota trad.

Importanța acestei noi ramuri a fizicii crește vertiginos din cauza serviciilor pe care le aduce, pe de o parte, în construcția de mașini și în fizica nucleară, producând metale și materiale cu proprietăți noi (p. 562), și pe de altă parte, în domeniul electronicii, prin producerea de oscilatori cu cristale, pulberi feromagnetice și tranzistori (p. 556), precum și de materiale luminescente și fluorescente. Succesele rapide realizate de teoria structurilor cristaline privind fenomenele creșterii lor, dislocările și imperfecțiunile lor transpun în sfârșit știința exactă în domeniul practicii industriale și ne putem aștepta la noi mari progrese prin care să se ajungă la obținerea unor substanțe cu proprietăți deosebit de prețioase *.

A treia revoluție industrială : automatizarea

Energia este oarbă ; noi o folosim fără nici o socoteală, pentru a înlocui — pe un preț destul de mare — efortul gândirii noastre. Deși productivitatea pe om-oră a crescut în ultimul deceniu, productivitatea pe kilowatt-oră a scăzut. ^{6.145} A lărgi pur și simplu baza materială a omului fără a ridica nivelul productivității și al calificării înseamnă a risca ruina iremediabilă a planetei noastre.

Acum însă această creștere a productivității și calificării poate fi asigurată prin noile progrese realizate în domeniul electronicii, care au fost expuse și mai înainte (p. 555). Transformările care au loc acum în industrie, în special în domeniile care folosesc metodele producției de masă, nu reprezintă o simplă extindere a mecanizării. Dată fiind introducerea elementelor de control, judecată și precizie pe care le oferă aparatele electronice, precum și mărirea considerabilă a vitezei cu care pot fi efectuate procesele industriale, sîntem îndreptățiți să vorbim despre o *nouă revoluție industrială*. Există de pe acum prototipuri de linii de producție automate și chiar uzine complet automatizate, însă logica deplină a folosirii acestor mecanisme în toate ramurile industriei mai trebuie desăvîrșită. Aceasta se va întîmpla curînd, deoarece ideile călăuzitoare au fost bine înțelese. Ceea ce mai ține în loc acest progres, mai ales în țările capitaliste, sînt factorii economici constînd în capitalurile investite și în numărul insuficient de oameni de știință și de tehnologi (p. 829, 854).

Deși în țările capitaliste automatizarea se află abia la început, ea a și adus cu sine creșterea șomajului, amenințînd să-l accentueze. Folosirea din plin a automatizării implică un sistem de producție unitar, rațional și flexibil. Randamentul general al întregii industrii și agriculturi trebuie să fie îmbunătățit fără încetare. Aceasta presupune folosirea unor mașini electronice

de calcul care să poată opera cu întregul complex al rezultatelor, mașini față de care cele actuale reprezintă doar niște prototipuri grosolane. Întreaga viață economică — salariile, cheltuielile pentru cumpărături, impozitele și pensiile — ar putea fi calculate în mod automat, eliberând milioanele de robi ai biroului, care acum trebuie să-și petreacă toată viața făcând astfel de calcule.

Un efect mult mai important îl vor avea, cu timpul, noile mașini de calcul asupra matematicii, fizicii și altor științe. Nu numai că ele vor permite efectuarea unor calcule care în prezent întrec cu mult posibilitățile omului, dar este cert că vor modifica radical toate concepțiile noastre cu privire la metodele cantitative de calcul, într-un mod analog cu adoptarea cifrelor arabe în Evul Mediu târziu, dar într-o măsură mult mai mare. Noile mașini nu reprezintă un înlocuitor al gândirii matematice, ci o vor stimula spre noi eforturi (p. 556). Un alt aspect al electronicii, cu nebanuite posibilități de dezvoltare, este facultatea de a coda și prelucra orice tip de date sensibile și de a trece de la un tip de reprezentare la altul, așa cum se întâmplă astăzi pe ecranele de radar și de televiziune. Există de pe acum mașini electronice care citesc, vorbesc și traduc în alte limbi, precum și posibilități de a realiza comunicații directe mult mai rapide între mințile oamenilor, bazate pe fiziologia sistemului nervos (p. 668). *

Noua chimie

Contururile generale ale chimiei bazate pe structura atomului au fost schițate mai sus. Sarcina viitorului apropiat este de a transforma chimia într-o știință cantitativă și utilizabilă practic, astfel încât știința să poată determina orientarea experienței și nu invers. Încă de pe acum, deși cu unele metode empirice, chimia are posibilitatea, îndeosebi în domeniul polimerilor, să creeze substanțe conforme cu anumite cerințe formulate dinainte. Cele mai importante rezultate ale noilor perfecționări se vor răsfrînge asupra domeniului biologiei, însă ceea ce se poate realiza în domeniul materialelor industriale este suficient pentru a produce o revoluție importantă. Fibrele sintetice, detergenții, coloranții, rășinile absorbante reprezintă exemple concludente de ceea ce poate realiza chimia prin imitarea și îmbunătățirea produselor naturale. Etapa următoare va consta în efectuarea sintezei substanțelor pe baza teoriei, astfel ca ele să posede proprietăți dorite de noi, inexistente anterior în natură.

După cum am văzut, în tot cursul istoriei sale, chimia a fost legată de industrie sau, mai curînd, de întreaga serie a pro-

ceselor casnice, agricole și industriale de producere sau de transformare a materialelor. Această legătură a avut însă un caracter întâmplător. De acum înainte toate aceste procedee pot fi planificate în mod conștient și încadrate într-un sistem unic de producție. Resursele limitate ale Pământului pot satisface numai în acest fel nevoile mereu crescînde ale unei civilizații industriale și științifice. Accentul va fi pus pretutindeni pe economie și conservare. Materialele vor fi folosite nu numai pentru că se află la îndemînă, ci și pentru că ele convin cel mai bine pentru țelul respectiv. Atomii și moleculele nu vor mai fi folosiți odată și apoi abandonați, ci vor sluji succesiv unui scop după altul într-un ciclu nesfîrșit. Un minim cît se poate de redus de elemente, și numai dintre cele care se găsesc în abundență, vor fi imobilizate în structuri sau risipite în aer, apă sau pămînt. Prețioasele zaharuri sintetizate la Soare și concentrate în materialele lemnoase vor fi mai întîi folosite din plin sub formă de placaje, rumeguș presat sau hîrtie și, după ce-și vor fi îndeplinit misiunea, vor fi întrebuințate ca hrană pentru animale, fie în mod direct, fie transformate cu ajutorul fermenților sau ciupercilor.

Științele fizice oferă perspectiva imediată a unui control deplin asupra aceluia domeniu de activitate cu care sîntem deja familiarizați din contactul nostru obișnuit cu natura, adică asupra tuturor fenomenelor extranucleare. Pînă la sfîrșitul secolului actual, atomii și moleculele trebuie să devină tot atît de ușor de mînuit cum au fost, în secolul al XIX-lea, pîrghiile, roțile dințate și cilindrii. Sarcinile etapei următoare constau în lărgirea continuă a sferei cunoștințelor fizice, pe de o parte pe linia unei cunoașteri mai profunde a proceselor din interiorul nucleului și din particulele elementare, pe de altă parte pe linia explicării fenomenelor complexe din chimie și din biologie.

Utilizarea științelor fizice

Dacă științele s-ar dezvolta numai în raport cu preocupările lor particulare sau chiar în raport cu contribuția maximă pe care ar putea s-o aducă la creșterea bunăstării omenirii, ar fi relativ ușor de prevăzut orientarea progresului lor, cel puțin în ceea ce privește viitorul apropiat. În realitate însă, descoperirile făcute de științele fizice, și de celelalte științe, precum și aplicarea lor, constituie mai mult o problemă socială și politică decît una științifică și tehnică.

Ceea ce se va întîmpla va depinde de măsura în care, în diferitele regiuni ale lumii, noile tendințe de dezvoltare și de folosire a științei vor fi frîmate sau deformate de restricții economice sau de necesități militare. Dacă va fi evitat războiul

atomic — și, dacă nu va fi evitat, este inutil să mai scriem despre viitorul fizicii —, în următorii câțiva ani se va dovedi valoarea respectivă pe care o au sistemele socialist și capitalist pentru realizarea progresului tehnic-științific și pentru ridicarea nivelului general de trai. Această întrecere se va desfășura pe arena mondială, iar popoarele fiecărei țări, inclusiv acelea ale țărilor slab dezvoltate, care reprezintă jumătate din populația lumii, vor urmări această întrecere ca să știe pentru ce sistem să opteze. Marile țări capitaliste au pornit în întrecere cu un plus de bogăție și forță, însă dezvoltarea lor este frânată de eforturile militare pe care le fac și de sistemul lor economic instabil. Țările socialiste, care se străduiesc să le depășească, au trebuit să pornească de la un nivel economic mai scăzut, iar necesitatea de a crea rapid o puternică industrie a mijloacelor de producție a făcut ca sectorul bunurilor de larg consum să rămână în urmă. Succesul va aparține sistemului care va reuși să utilizeze și să dezvolte cât mai bine știința, iar aici — atât în teorie, cât și în practică — avantajul va fi de partea statelor socialiste (p. 849 și urm.).

10. 11. Știința și Ideile Într-o perioadă de tranziție

Prestigiul științelor fizice, oricât ar fi de mare și de ambiguu, depinde în prezent de aplicațiile lor practice în vreme de pace și de război. Pentru întâia oară a devenit evident pentru toată lumea că știința, orientată în mod conștient și nu lăsată să se dezvolte la voia întâmplării, este în stare să transforme aproape fără limită baza materială a vieții. O creștere atât de puternică a forței umane nu poate să nu influențeze concepțiile omului cu privire la univers și la locul pe care el îl ocupă în univers — un vechi și vast domeniu al filozofiei, căruia astăzi i s-au substituit controverse pedante pe chestiuni gramaticale (p. 837). Revoluțiile tehnice și politice ale epocii noastre au coincis cu mari transformări în cadrul științei fizice. Această coincidență nu este rezultatul unei simple întâmplări, deși ar fi o naivitate să încercăm să legăm între ele aceste evenimente printr-un lanț simplu de la cauză la efect. Relațiile dintre acești factori sînt, probabil, mult mai complexe decît cele care au existat în ultima mare revoluție a științei, care a avut loc în secolul al XVII-lea (p. 344 și urm.).

Deși trăim într-o perioadă de tranziție, putem să întrevădem cu destulă claritate sfîrșitul vechiului sistem al gândirii fizice, moștenit de la Galilei. Acest sistem a fost distrus la începutul secolului nostru de oameni care mai sînt încă în viață,

dar abia acum începem să ne dăm seama pe deplin de această transformare. Ceea ce nu putem să vedem decît ca printr-o ceață este imaginea noului univers fizic, care o va înlocui pe cea veche. Noi am avut revoluția noastră copernicană, însă nu și pe cea newtoniană. Nu este vorba numai de faptul că trăim într-o epocă de nesiguranță și de îndoieli. Cînd se constată că temeliile fizicii sînt șubrede, i se aduc imediat în sprijin ipoteze ad-hoc, continuîndu-se fără nici o grijă construcția etajelor superioare. De fapt, torentul noii cunoașteri a năvălit prea repede și cu prea multe confuzii și contradicții pentru ca să fi putut fi asimilat integral. Totuși, fiecare fizician rămîne convins că totul se va clarifica cu timpul, deși cei mai mulți consideră că acest proces se lasă prea mult așteptat.

Pozitivismul și fizica

Deocamdată, după cum am văzut, distrugerea imaginii mecaniciste a deschis stăvilarul în fața celor mai extravagante și mai obscurantiste speculații. Cînd rațiunea greșește, atunci absurditatea, de ordin laic sau religios, poate să obțină cîștig de cauză. Majoritatea oamenilor de știință nu se preocupă de dificultăți, ci le ocolesc, preocupîndu-se exclusiv de observații și ajungînd pînă la a nu mai fi siguri nici măcar de obiectul observațiilor lor. Filozofia dominantă în fizica din țările capitaliste este pozitivismul, reprezentînd o formă încă și mai imprecisă a agnosticismului conformiștilor din secolul al XIX-lea. Pozitivismul nu este o filozofie care își are rădăcinile în fizică — originile sale politice-sociale vor fi analizate mai departe (p. 836 și urm.) — însă a pătruns foarte adînc în fizică, în special în Anglia și în America, unde o neîncredere tradițională față de orice fel de filozofie face ca oamenii de știință să devină, fără să-și dea seama, o pradă ușoară a primei absurdități mistice care le este oferită.

Relativismul lui Einstein, principiul indeterminării al lui Heisenberg, principiul complementarității al lui Bohr iau o formă pozitivistă nu datorită unei cauze fizice intrinsece, ci pentru că au fost concepute de oameni educați în spirit pozitivist. Controversele recente în jurul variabilelor care rămîn ascunse (p. 537) arată că oamenii de știință din generația mai tînără, ca și unii din generația mai veche, cum ar fi Louis de Broglie și chiar Heisenberg, încep să se smulgă din cercul vicios. De fapt, în fizică pozitivismul este falimentar ; după triumful său aparent de la începutul secolului, el n-a mai adus timp de 25 de ani nici o idee nouă importantă și se cufundă în contradicții din ce în ce mai adînci.

Criza din fizică și rezolvarea ei

„Criza din fizică“, despre care a scris cu ani în urmă Christopher Caudwell, ^{6.22} este acum oficial recunoscută de toată lumea. Dată fiind lipsa sa de pregătire științifică, Caudwell nu-și dădea seama de subtilitățile problemelor dificile care stau în fața unui fizician. Faptul că el a nimerit de atâtea ori soluția bună dovedește că problemele în sine au tot atâtea rădăcini în societate cîte și în fizică. După cum am văzut, imaginea atomist-mecanicistă elaborată pe baza teoriilor lui Galilei și Newton se potrivea, într-adevăr, cît se poate de bine cu relațiile economice individualiste, bazate pe concurență, ale capitalismului. Această imagine a început să se frîngă sub povara propriilor ei experiențe și observații noi, care indicau relații reciproce ale diferitelor aspecte ale lumii fizice, inexplicabile în cadrul acestei teorii. În același timp, însuși succesul producției capitaliste, dezvoltarea marilor întreprinderi, canalizarea eforturilor pe linia unei politici imperialiste și războinice au făcut ca sistemul capitalist să devină din ce în ce mai instabil.

În societate, ca și în fizică, rezolvarea acestor dificultăți avea să vină tocmai de la acele părți ale sistemului care fuseseră lăsate pe din afară și desconsiderate : în politică, de la muncitorii industriali ; în fizică, din acumularea de fenomene cuantice, respinse timp îndelungat — descărcările electrice, foto-electricitatea —, care nu puteau fi integrate în sistem. În ambele cazuri noilor elemente nu li se putea recunoaște în mod efectiv rolul hotărîtor fără o transformare radicală a sistemului. Aceste analogii, deși destul de semnificative pentru a arăta existența unei anumite legături reale, nu trebuie luate în mod prea literal. Conținutul noii cunoașteri a lumii fizice rămîne același, independent de forma ideilor folosite pentru descoperirea ei. Expresia acestei cunoașteri poate fi influențată profund de aceste idei ; ele pot fi de fapt și sînt de pe acum piedici în fața unor noi descoperiri, însă nu infirmă nici realizările experimentale și nici pe cele teoretice ale științei fizice.

Condițiile unei noi sinteze

Nimeni dintre cei care cunosc în ce constau în prezent dificultățile fizicii nu crede că criza din fizică poate fi rezolvată printr-o simplă manevră sau printr-o mică modificare a teoriei existente. Este nevoie de ceva radical, care va trebui să opereze mult dincolo de domeniul fizicii. Se făurește o nouă concepție asupra lumii : va fi însă nevoie de multe experiențe și demonstrații înainte ca această concepție să poată căpăta o formă definitivă. Ea trebuie să fie coerentă, cuprinzînd și luminînd noile cunoștințe despre particulele elementare și cîmpurile

TABELUL
Științele fizice în secolul

	EVENIMENTELE ISTORICE	FIZICA-MATEMATICĂ	FIZICA-NUCLEARĂ
1890—	Războaiele coloniale Dezvoltarea monopolurilor	<i>Lorentz</i> : teoria electronului	
1900—	Războiul ruso-japonez Prima revoluție rusă	<i>Stephan</i> : legea radiației <i>Planck</i> : teoria cuantelor <i>Einstein</i> : teoria restrinsă a relativității. Echivalența masei și energiei	<i>Becquerel</i> : radioactivitatea <i>Curie</i> : radiul <i>Rutherford</i> , <i>Soddy</i> : transformarea radioactivă
1910—	Creșterea tensiunii dintre pu- terile imperialiste Primul război mondial Revoluția rusă	<i>Einstein</i> : teoria generală a relativității Explicarea gravitației	<i>Soddy</i> : izotopii <i>Aston</i> : spectrograful de masă <i>Rutherford</i> și <i>Bohr</i> : modelul atomului
1920—	Depresiunea postbelică Fascismul în Italia Greva generală din Anglia	<i>Bohr</i> : teoria spectrului <i>De Broglie</i> : noua teorie <i>Heisenberg</i> : cuantică <i>Schrödinger</i> <i>Dirac</i> : mecanica ondulatorie	Prima dezintegrare nucleară Razele cosmice <i>Cockcroft</i> , <i>Wallon</i> : dezintegra- rea artificială
1930—	Marea criză Venirea la putere a hitleriștilor în Germania Războiul civil din Spania Al doilea război mondial	<i>Dirac</i> : teoria electronului <i>Yukawa</i> : teoria mezonului Universul în expansiune <i>Bohr</i> : teoria nucleului picătură	<i>Chadwick</i> : neutronul <i>Joliot</i> : radioactivitatea artifi- cială <i>Anderson</i> : electronul pozitiv și mezonul <i>Bethe</i> : originea nucleară a căl- durii Soarelui <i>Hahn</i> : fisiunea nucleară
1940—	Invadarea Uniunii Sovietice Eliberarea Războiul rece R.P. Chineză	Teoria cîmpurilor mezonice Teoria învelișurilor nucleului <i>Dirac</i> : electrodinamica cuantică	Primul reactor nuclear Bomba atomică Dezintegrarea razelor cosmice
1950—	Războiul din Coreea	<i>Einstein</i> : teoria unitară a cîm- purilor	Reacțiile termonucleare Bomba cu hidrogen
1955—	Slăbirea încordării Conferința de la Geneva		Sinerotronul Antiprotorul, neutrino

În epoca noastră nu este ușor să prezinți, într-un singur tablou sinoptic, în-
tregul progres al științei în ansamblu. De aceea am recurs la împărțirea acestui
material în două tabele: unul pentru științele fizice, altul pentru cele biologice.
Această prezentare poate să lase în umbră interacțiunea celor două domenii ale
cunoașterii, dar legătura lor este pusă în lumină, în text (p. 581 și urm., 613—618) și
în tabelul 8. N-am încercat să cuprind aici științele sociale. Dată fiind imensa
activitate desfășurată în știință, un tablou sinoptic poate cuprinde, chiar dacă se
referă la un interval atât de scurt, numai câteva dintre cele mai remarcabile des-

ELECTRONICĂ	TEHNICĂ	STRUCTURA MATERIEI	CHIMIE
<i>Crookes</i> : razele catodice <i>Samery</i> : electronul <i>Lemard</i> : razele anodice	Dezvoltarea automobilelor	Măsurări din ce în ce mai precise ale proprietăților atomice ale materialelor	Sinteze ale coloranților și medicamentelor
<i>Röntgen</i> : razele X	Folosirea oțelului și a betonului armat în construcții		
<i>J. J. Thomson</i> : masa electronului <i>Langmuir, Millikan</i> : sarcina electronului Lampa electronică, radiotelefonia	<i>Wright</i> : primul avion Dezvoltarea rapidă a construcției de avioane Automobile ieftine		Cataliza de contact pentru acid sulfuric
<i>Laue</i> : difracția razelor X <i>L. și W. Bragg</i> : structura cristalelor <i>Moseley</i> : spectrul razelor X	Producția de masă Folosirea în război a tancurilor, autocamioanelor și avioanelor : începutul războiului mecanizat	<i>L. și W. Bragg</i> : structura și proprietățile corpurilor solide	<i>Haber</i> : azotul din aer
Emissionile radio	<i>de Freysinnet</i> : betonul comprimat	<i>Kossel, Lewis, Langmuir</i> : teoria electronică a chimiei <i>Heißler, London</i> : forțele omopolare <i>Goldschmidt</i> : geochimia	Dezvoltarea producției de celuloză, mase plastice și viscoză
<i>Appleton</i> : ecourile radio din ionosferă	Transportul mecanic înlocuiește vechile forme de transport	Structura fibrelor Plasticitatea metalelor <i>Taylor</i> : dislocările în cristale	<i>Fischer, Trofisch, Bergius</i> : obținerea benzinei din cărbune
Dezvoltarea radarului	Tractoare, combine, mecanizarea continuă a agriculturii Mecanica de precizie	<i>Bowden</i> : studiul frecării <i>Orowan</i> : fenomenele plasticității metalelor	Obținerea benzinei prin oraarea catalitică a țițeiului brut
Servomecanismele și mașinile electronice de calcul Cibernetica	Dezvoltarea avioanelor cu reacție și a rachetelor		Polimerizarea Cauciucul sintetic Nailonul și numeroase varietăți de mase plastice
Microscopul electronic Televiziunea Radioastronomia	Controlul automat al producției, primele uzine automate	<i>Moll, Frank, Read</i> : teoria plasticității bazată pe dislocarea și creșterea cristalelor	Folosirea atomilor marcați în chimie
Tranzistorii	Centrale atomoelectrice		Polimeri izotaetici Fotospectroscopia cu contrastor fază

coperiri și aplicații ale științei. Coloanele au fost întocmite, în măsura posibilului, astfel încât să reiasă și influențele reciproce dintre diferitele cuceriri științifice ; apar, totuși, anumite dificultăți în legătură cu coloana 5, „tehnica“, din cauza strinsei sale legături cu electricitatea, ceea ce rupe legătura strînsă dintre coloanele 2, 4 și 6, care se referă — cu toate — la noile cunoștințe despre structura atomilor. Poziția coloanei 6 este dictată însă de legătura strînsă dintre structura materiei — la care se referă — și dezvoltarea industriei chimice, în care accentul cade pe sinteză și pe materiale plastice.

lor complexe, rezolvînd paradoxurile undeî şi particulei, făcînd inteligibile, deopotrivă, lumea intraatomică şi imensele spaţii ale universului. Ea trebuie să aibă proporţii cu totul diferite de cele ale tuturor reprezentărilor precedente despre lume şi să conţină în sine explicaţia dezvoltării şi originii lucrurilor noi.

Din acest punct de vedere, ea va întîlni, fireşte, tendinţele convergente ale ştiinţelor biologice şi sociale, a căror structură actuală se contopeşte cu istoria lor evolutivă. Ea va fi în armonie, de asemenea, cu atitudinea unei societăţi mai unitare, a societăţii socialiste. Din toate aceste motive, noua schemă a ştiinţei fizice, chiar dacă este elaborată, nu mai poate fi considerată ca o concepţie finită. După ce îşi va fi îndeplinit rolul, ea va fi subminată de noi contradicţii şi va lăsa locul unei concepţii mai bune. Sarcina noastră nu constă însă în a urmări perspective atît de îndepărtate, ci în a rezolva prin mijloace mai potrivite dificultăţile noastre actuale.

Aici trebuie să părăsim domeniul ştiinţelor fizice pentru a analiza celelalte domenii importante, ale ştiinţelor biologice şi sociale. Frământările şi controversele care au zguduit ştiinţa nu s-au mărginit la fizică. De fapt ele au păstrat în fizică un caracter mai academic decît în ştiinţele care ating mai direct viaţa individuală şi socială a oamenilor. Rămîne totuşi adevărat că revoluţia în fizică din secolul al XX-lea, deşi încă nu s-a terminat, a influenţat profund cunoaşterea noastră asupra substanţei vii. Biologia nu va fi niciodată o ramură a fizicii, însă noile concepţii fizice referitoare la atom şi la cuantă oferă indicii preţioase pentru studierea organismelor. După cum vom vedea, ele au reprezentat un factor principal, dar nicidecum exclusiv, în determinarea unei transformări a biologiei, tot atît de ample ca şi aceea din fizică.

CAPITOLUL AL 11-LEA

ȘTIINȚELE BIOLOGICE ÎN SECOLUL AL XX-LEA

11. 0. Introducere

O prezentare corespunzătoare realității și totuși concisă a înfrînării exercitate de științele biologice în secolul al XX-lea este o sarcină mult mai grea decât expunerea pe care am făcut-o în legătură cu științele fizice. Această prezentare este însă neapărat necesară, pentru că biologia a început să se consolideze ca o știință activă și utilă abia în secolul al XX-lea, iar din realizările de pînă acum se conturează clar perspectiva apropiată a unor victorii și mai mari, atît în valoare absolută, cît și în raport cu celelalte științe. Dacă am omite biologia, am da o imagine complet deformată a științei. Pentru a o pune în adevărata ei lumină, ar fi nevoie însă de un om cu pregătire și experiență în mai multe discipline biologice, iar eu nu pot avea o asemenea pretenție. Cu toate că nimic nu poate înlocui contactul direct cu un obiect de studiu, există în biologie suficiente tendințe principale, cunoscute nu numai de specialiști, cu ajutorul cărora un nespecialist poate alcătui — măcar în linii generale — tabloul actual al biologiei. Astăzi biologia are atît de multe puncte de contact cu științele fizice, încît ar fi greu ca cineva care a lucrat în domeniul acestora din urmă să nu fi avut prilejul de a se ocupa și de probleme biologice.

În ceea ce mă privește, am avut cu biologia un contact mai susținut decât alți fizicieni, deoarece, prin activitatea mea în domeniul analizei structurii cristalelor, m-am preocupat îndeaproape de problemele biologice, iar în unele chestiuni — referitoare, între altele, la vitamine și la hormoni, proteine și virusuri — am adus și anumite contribuții. În afară de aceasta, de cînd cu douăzeci și mai bine de ani în urmă am luat primul contact cu strălucitul grup de biochimisti de la Cam-

bridge strîns în jurul lui Gowland Hopkins, m-am bucurat de societatea biologilor, am asistat la discuțiile lor și din cînd în cînd mi-am adus și eu contribuția la confuziile care apăreau. ^{6.78-81} Această secțiune a cărții ar putea reprezenta deci o descriere a imaginii pe care și-o face despre biologie, cu influențele ei sociale și economice, un om de știință care lucrează în afara ei, dar care are o strînsă legătură cu multe dintre disciplinele ei.

În secolul al XX-lea, biologia a luat o dezvoltare cel puțin tot atît de mare ca și fizica, deși în istoria ei nu au avut loc transformări atît de dramatice. În biologie, progresele nu au fost atît de concentrate, dar s-au produs pe un front mai vast ; transformarea concepțiilor biologice a fost aproape tot atît de radicală, iar în practică ea a fost și mai desăvîrșită. Este sigur că biologia ocupă astăzi în viața și în gîndirea noastră un loc mult mai important decît la începutul acestui veac.

Pe atunci se părea că natura foarte complexă și schimbătoare a lucrurilor vii face imposibilă cercetarea lor cu aceleași metode riguroase care fuseseră aplicate cu atîta succes în științele fizice. Cunoașterea în domeniul biologiei părea să aibă un caracter mai primitiv și calitativ, asemănător cu acela pe care îl avea chimia cu două secole mai înainte. Această aparentă rămînere în urmă s-a redus mult de la începutul secolului și pînă acum. Astăzi fenomenele vieții încep să fie tot mai mult considerate ca probleme care pot fi studiate prin metode la fel de științifice ca cele folosite în domeniul fizicii și al chimiei.

În același timp devine evident că gradul de complexitate chiar și al celor mai simple forme de viață este de un ordin cu totul diferit de cel întîlnit în fizică și în chimie. Ceea ce admiram mai înainte în aspectele exterioare ale vieții, forma și mișcarea organismelor superioare sau simetria și frumusețea plantelor și florilor, ne apare astăzi, în lumina cunoașterii noastre mai cuprinzătoare, doar ca manifestări de suprafață ale unei complexități lăuntrice mult mai mari. Această complexitate este ea însăși o consecință a unei evoluții îndelungate, prin care organismele vii s-au ridicat pînă la starea lor actuală.

Problemele biologiei nu sînt simple probleme de chimie și fizică a unor sisteme complexe : ele nu sînt nici măcar probleme de chimie și fizică la care s-a mai adăugat ceva diferit. Ele rămîn probleme independente, cu natura lor proprie, care trebuie studiate prin observație și experimentare științifică, ținîndu-se seama deopotrivă de aspectul calitativ și de cel cantitativ. Înseși succesele fizicii și ale chimiei au creat o asemenea situație, încît biologia a ajuns astăzi să ridice probleme esențiale interesînd științele naturii în întregul lor,

chemînd la o întrecere pentru înţelegerea lumii în care trăim, întrecere care va cere eforturi mult mai încordate şi, în acelaşi timp, mult mai bine coordonate decît tot ceea ce s-a făcut pînă acum în domeniul activităţii ştiinţifice.

Biologia ca dirijare conştientă a mediului viu înconjurător

Situaţia biologiei în secolul al XX-lea se aseamănă, sub unele aspecte, cu situaţia în care se afla chimia în secolul precedent. După cum am văzut (p. 453 şi urm.), sub presiunea cerinţelor mereu crescînde ale industriei, îndeosebi ale industriei textile, chimia s-a transformat dintr-o culegere de reţete tradiţionale, împodobită mai curînd decît explicată cu teoria de esenţă pur mistică a flogisticului, într-o disciplină cantitativă, practică, sprijinită pe o teorie atomică, matematică şi coerentă. Folosirea şi dirijarea mediului viu înconjurător, care a fost dintotdeauna o sarcină esenţială pentru om, se bazuau în trecut pe procedee tradiţionale, fiecare cu o terminologie şi cu reguli proprii, care erau în esenţă de ordin calitativ sau pur empirice. Biologia începe să devină abia acum o disciplină ştiinţifică şi cantitativă, atît în teorie, cît şi în practică.

Acest proces a avut loc tocmai în secolul al XX-lea, deoarece, în mare măsură datorită expansiunii imperialismului, s-au dezvoltat noi industrii legate de agricultură, de producţia de alimente şi de medicamente, care aveau nevoie, pentru buna desfăşurare a activităţii lor, de dirijarea reproducerii proceselor şi a produselor biologice. În acelaşi timp, vechi industrii tradiţionale, ca aceea a berii şi a pîinii, se întemeiază din ce în ce mai mult pe cunoştinţe ştiinţifice din domeniul biologiei. În sfîrşit, din motive economice şi militare, a crescut interesul pentru sănătatea şi capacitatea de muncă a muncitorilor, ţăranilor şi soldaţilor, dînd un uriaş impuls studiului medicinei. Ca urmare, biologia începe să capete o bază economică solidă. Cresc investiţiile, ceea ce permite atragerea în acest domeniu a unor forţe de muncă mai numeroase. Din aceleaşi motive apare necesitatea unui nivel mai înalt al muncii. Controlul sever impus de cerinţa ca o ştiinţă să fie activă şi rentabilă, datorită căruia fizica şi chimia au ajuns ceea ce sînt, se aplică acum din ce în ce mai riguros şi în biologie. Fiecare realizare nouă este fixată şi consolidată prin transpunerea ei în practică — o nouă unealtă agricolă sau un medicament nou — şi poate forma astfel baza unui progres ulterior (p. 877).

De fapt, aceste realizări noi ale biologiei au sosit tocmai la timp, căci, dacă omul nu dobîndeşte prin biologie o mai

bună cunoaștere și stăpînire a mediului înconjurător, de-gradarea progresivă a solului, împreună cu creșterea populației, ar reînvia vechiul spectru al foametei, cu aceeași certitudine cu care nesocotirea noțiunilor elementare de biologie ar fi readus, în secolul al XIX-lea, spectrul ciumei. Agricultură, care a fost principala îndeletnicire tradițională a oamenilor, cunoaște acum un proces — început în țările mai bogate din Europa și din America — de transformare rapidă într-o industrie cu caracter din ce în ce mai științific; în același timp, medicina, care a constituit pînă acum domeniul exclusiv al medicilor, se transformă într-un efort de dirijare a condițiilor de viață a oamenilor, în așa fel încît în viitor preocuparea ei principală să fie sănătatea și nu boala.

Legăturile dintre biologie și dezvoltarea economică

Nevoile oamenilor care au determinat dezvoltarea biologiei, precum și efectele acestei dezvoltări asupra sănătății oamenilor, asupra aprovizionării cu alimente și asupra numărului populației, conțin în interacțiunea lor cele mai importante mișcări economice, sociale și politice. Știm astăzi suficient de mult pentru a ne da seama în ce măsură se resimte în lume nevoia unei organizări în cadrul căreia mediul biologic să fie neîncetat îmbunătățit în folosul tuturor oamenilor. Deocamdată însă numai aproximativ o treime din lume, cea socialistă, acționează în acest sens. Restul lumii se află încă sub dominația legii profitului. Este drept că în țările capitaliste mai avansate există un nivel de viață relativ ridicat pentru muncitorii industriali cei mai privilegiați și un lux de neînchipuit pentru minoritatea conducătoare și ciracii ei. Pentru ceilalți însă, îndeosebi pentru cei un miliard de oameni din țările coloniale și din țările tropicale „libere“, rezultatul este o tot mai mare ruină. Pămînturile sînt lăsate în părăsire și oamenii sînt înfometați și secerăți de boli, pentru că îmbunătățirea condițiilor lor de trai nu ar aduce nici un profit. De fapt, tocmai datorită mizeriei în care se zbat ei, sînt atît de ieftine materiile prime, ceea ce permite îmbogățirea țărilor industriale privilegiate.

La ajutorul biologiei s-a recurs numai atunci cînd aceste condiții ajungeau atît de catastrofale, încît împiedicau realizarea profitului, ca, de pildă, în minele din Rand, din cauza silicozei, sau pe plantațiile de cauciuc din Malaya, din cauza malariei. Sistemul înrobitor de arendare a pă-

mîntului și impozitele grele, neatenuate nici măcar prin concesiile care se obțineau în trecut în urma răscoalelor periodice, lipsa de capital și jaful fățiș al celor mai bune terenuri de către plantatorii europeni au făcut ca nivelul de trai al populației băștinașe de pe aproape întreg cuprinsul regiunilor tropicale și subtropicale ale lumii să rămână foarte scăzut. ^{6.88; 6.89a}

Efectul aplicării minimului necesar de cunoștințe științifice pentru combaterea bolilor în aceste țări, fără a schimba sistemul de exploatare, a avut drept rezultat creșterea populației, provocînd astfel o și mai mare scădere a nivelului de viață și epuizarea resurselor naturale. Aplicațiile științei, tot atît de imperios necesare la producția alimentară și la conservarea solului, au fost cu totul neînsemnate în raport cu nevoile reale ale oamenilor. ^{6.89a} În consecință, ceea ce i s-a cerut biologiei a reprezentat o foarte mică parte din ceea ce ar fi fost necesar, iar rezultatele obținute au fost aplicate într-o măsură cît se poate de redusă. Totuși, cerințele formulate biologiei au contribuit la lărgirea rapidă a patrimoniului de cunoștințe și au făcut să crească capacitatea potențială a omului de a dirija condițiile biologice.

Caracterul nou al biologiei secolului al XX-lea este determinat tocmai de această nouă preocupare de a produce cantități tot mai mari de alimente și de materii prime industriale în vederea sporirii randamentului industriei, precum și în scopul menținerii sănătății forțelor de muncă, de care depinde întreaga activitate. De fapt, această tendință s-a manifestat chiar înainte de începutul secolului, o dată cu intrarea în scenă a imperialismului, în al 8-lea deceniu al secolului trecut. Nu este o întâmplare că Manson (1844—1922), părintele medicinei tropicale, a fost un protejat al lui Joseph Chamberlain, după cum nu este întâmplător că primele campanii masive împotriva frigurilor galbene au început în timpul războiului dintre Spania și America din 1897, iar succesele acestor campanii au făcut posibilă tăierea Canalului Panama.

Este adevărat că în biologie nu a existat, la începutul acestui secol, o discontinuitate asemănătoare cu cea care a marcat nașterea fizicii noi. Ceea ce nu înseamnă că e lipsit de sens să vorbim despre biologia secolului al XX-lea, deoarece abia la începutul acestui secol s-au înregistrat primele succese pe scară mare ale noii biologii: realizările în domeniul medicinei, datorită cărora viața în regiunile tropicale a devenit, pentru prima oară, relativ sigură, precum și experiențele efectuate în dome-

niul culturii plantelor, care au condus la introducerea unor varietăți noi, ca grîul Marquis, ceea ce a avut ca rezultat o importantă extindere a suprafețelor cultivabile în Canada.

Contribuția științelor fizice

Acțiunea eficientă a acestor factori economici, care au sporit nevoia generală de cunoștințe biologice, a făcut posibile noi progrese, realizate cam în același timp, datorită contribuțiilor aduse în primul rînd de chimie, apoi de fizică. Noua înțelegere a comportării celor mai mici unități ale materiei, atomii și moleculele, precum și mijloacele tehnice ale cercetării lor s-au dovedit de neprețuit pentru biologia secolului al XX-lea. Aceasta nu înseamnă, așa cum sînt înclinați unii să creadă, că biologia devine o ramură a fizicii și a chimiei. Dimpotrivă, folosirea cunoștințelor din domeniul fizicii sau chimiei pentru explicarea aspectelor mecanice, electrice sau chimice ale organismelor vii n-a făcut decît să scoată și mai mult în relief proprietățile lor biologice. Aceste fenomene, oricît de bine ar putea fi descrise în termenii fizicii, nu apar în mecanisme făurite de vreun meșter divin, după modele valabile în vecii vecilor, ci în cantități care cresc și se reproduc după legi proprii și a căror formă actuală este rezultatul unei evoluții de milioane de ani.

Biologia experimentală

Pătrunderea chimiei și fizicii în biologie nu s-a mărginit la crearea celor două științe noi : *biochimia* și *biofizica*, ci a exercitat o înrîurire profundă asupra celorlalte ramuri ale biologiei, în special prin faptul că a imprimat experiențelor un caracter nou, mărimdu-le importanța. Metoda experimentală nu este nouă în biologie. După cum am văzut, ea a însoțit biologia, în special fiziologia, încă din epoca lui Galenus, dacă nu chiar mai dinainte. Chiar și experimentul cantitativ, după cum au arătat Borelli și Sanctorius (p. 333), are un trecut îndelungat în biologie.

Rămîne adevărată totuși afirmația că, începînd cu ultimele decenii ale secolului al XIX-lea, metoda experimentală, la început aplicată numai întîmplător și în cadrul cîtorva discipline, s-a transformat în ceva nou, dobîndind un caracter sistematic și critic.

Acest lucru este și mai evident dacă se ia în considerare că, atunci cînd, sub influența darvinismului, efortul principal al biologilor a vizat stabilirea originii evolutive a fiecărei părți din organism, metoda folosită a constatat în confruntarea

rezultatelor a numeroase observații și disecții meticuloase și nu în determinarea experimentală a modului de viață a organismului respectiv sau a căii pe care acesta a ajuns la forma în care se afla (p. 472). Mulți biologi susțineau că natura organică prezintă prea multe neregularități și incertitudini pentru a se putea obține, în experiențele controlate, variații cantitative dinainte stabilite. În secolul al XX-lea s-au întreprins însă tocmai astfel de experiențe și ele au început să dea rezultate.

O biologie în întregime experimentală nu ar fi putut lua ființă fără contribuția a trei factori principali, care nu au acționat decât în secolul al XX-lea. În primul rând, nu s-ar fi putut întreprinde nici o experiență biologică mai complexă și rezultatele ei n-ar fi prezentat importanță dacă oamenii de știință nu s-ar fi întemeiat pe uriașa muncă de acumulare de observații și de clasificare întreprinsă în domeniul zoologiei și al botanicii, efectuată mai ales în secolul al XIX-lea. Era neapărat necesar ca munca de sistematizare, întreprinsă de clasificatori pentru a descrie speciile fără nici un echivoc, să le asigure biologilor care efectuează experiențe certitudinea că studiază aceeași specie de animale sau de plante. Tot atât de important era să existe o descriere corectă și precisă a anatomiei și morfologiei părților asupra cărora urma să se experimenteze, pentru a exista certitudinea că ele nu prezintă nici o anomalie.

Al doilea factor l-a constituit dezvoltarea tehnicii experimentale în chimie și în fizică, fără care biologia n-ar fi avut la îndemână nici instrumentele, nici reactivii necesari pentru experiențele ei. Progresele realizate de biochimie în secolul al XX-lea au depins în mare măsură de cele realizate în secolul trecut în teoria și practica chimiei organice.

Al treilea factor l-a constituit existența, pentru prima dată în istorie, a unei medicini, a unei agriculturi și a unei industrii biologice destul de dezvoltate pentru a pretinde și a face posibilă efectuarea experiențelor biologice. Acești factori au determinat o dezvoltare multilaterală a experimentului biologic, de la acțiunea cu caracter statistic de influențare a recoltelor pînă la modificarea acțiunii paraziților bacteriilor. În tot acest domeniu începem să vedem posibilitatea de a dirija natura vie într-un mod tot atât de pozitiv și de cantitativ ca și dirijarea realizată în domeniul materiei nevăi.

Instrumente noi în biologie

Progresul biologiei a depins întotdeauna, dar niciodată mai mult decât acum, de perfecționarea instrumentelor de observație și de control. Pînă de curînd nu nevoile imediate ale

biologiei dăduseră impuls dezvoltării lor, ele reprezentând pentru biologi, ca să spunem așa, daruri venite din afară, cum a fost cazul cu microscopul în secolul al XVII-lea. Cele mai recente și mai puternice instrumente în studiul biologiei au fost oferite tot de fizică : amplificatorul electronic pentru măsurarea curenților slabi și a potențialelor electrice mici din sistemele vii ; microscopul electronic (p. 558), care aruncă o punte peste prăpastia rămasă între microscopul optic și dimensiunile interatomice studiate cu ajutorul razelor X ; la fel întrebuințarea izotopilor și a atomilor marcați (p. 545), care permit să asigure o nouă interpretare a procesului real de transformare a substanțelor chimice în sistemele vii. În sfârșit, metodele de natură pur matematică, în special metodele statistice, s-au dovedit de neprețuit în extragerea unor relații semnificative din măsurătorile biologice, caracterizate prin neregularitate.

Astăzi însă, date fiind dezvoltarea luată de biologie și înțelegerea mai clară a relațiilor dintre științe, biologia începe să contribuie și ea la dotarea cu instrumente a altor științe. În parte, aceasta se realizează prin nevoia creării pentru cerințele ei proprii a unor instrumente și metode care ar fi trebuit să fie dezvoltate, dar nu au fost, pentru uzul direct al fizicii sau chimiei. Una dintre cele mai interesante este cromatografia pe hîrtie, o metodă extrem de simplă, care nu cere altă aparatură decît hîrtie de filtru și cîteva soluții. Folosită inițial pentru separarea fracțiunilor complexe rezultate din descompunerea proteinelor, ea este socotită astăzi drept cea mai ieftină și, totodată, una dintre cele mai eficiente metode generale folosite în analiza chimică. Această metodă, pentru a cărei elaborare s-a acordat Premiul Nobel în 1952 lui R.L.M. Synge și A.J.P. Martin, a fost, la rîndul ei, o modificare a cromatografiei cu coloană de absorbție, elaborată pentru prima oară de Tvet în 1906 pentru a separa fracțiunile colorate ale uleiurilor minerale, de unde provine și numele ei. Synge și Martin au fost conduși s-o folosească și s-o modifice radical cu prilejul încercării lor de a sorta produsele complexe rezultate din descompunerea lîinii. Aceasta este o bună ilustrare a acțiunilor reciproce dintre industrie, chimie și biologie.

Alte metode au un caracter biologic mai pur : așa este analiza cantitativă a reactivilor chimici sau a stimulatoarelor fizici prin efectele lor asupra unor organisme sau unor preparate fiziologice. Aceasta este adesea metoda cea mai sensibilă. De fapt, după cum am văzut, pe vremea lui Galvani, singurul mijloc de detectare a curentului electric a fost, la început, contracția unor picioare de broască. Astăzi, metodele biolo-

gice de observație și de experimentare au progresat atât, încât pot să preia inițiativa în dezvoltarea metodelor și a instrumentelor lor proprii.

Caracterul biologiei secolului al XX-lea

Cu toate acestea, progresul biologiei s-a realizat în secolul nostru relativ spontan și pe dibuite. Subiectul este atât de vast și atât de divers, încât aici nu ne putem aștepta la o succesiune de descoperiri simple și dramatice, ca acelea din domeniul fizicii, cu toate că au existat câteva mai ales în legătură cu lămurirea acțiunii enzimelor sau cu fiziologia hormonilor din plante. În general însă fenomenele studiate sînt atât de variate și de complexe, iar organizarea studierii lor este atât de specifică pentru fiecare caz, încât progresul biologiei în secolul al XX-lea a reprezentat o continuă interacțiune a progreselor realizate în diferite domenii. Fără a se putea afirma că la un anumit moment s-a realizat o transformare decisivă, se pot totuși desprinde net câteva progrese importante îndeosebi în biochimie, embriologie, genetică, fiziologia sistemului nervos central, studiul comportamentului și ecologie.

Progresul biologiei a fost împiedicat chiar și în secolul al XX-lea de vechile obstacole pe care le-au întâmpinat și învins științele fizice în secolele XVII-XVIII: interesele celor ce vor să mențină ignoranța, reunite sub flamura credinței și a tradiției. Biologia are încă mult de lucru pentru clarificarea unor concepte provenite din epoca magiei. Biologia este prea strîns legată de interesele noastre personale și sociale, de înseși structura și funcționarea corpului nostru, pentru a rămîne independentă față de pasiunile omenești și efectele formelor sociale, în măsura în care acest lucru a fost posibil pentru fizică și chimie într-o epocă anterioară. Am văzut cum în perioadele mai vechi aceste subiecte aparent abstracte au constituit cîmpul unor controverse violente. Astăzi, biologia se află într-o situație asemănătoare; n-a cîștigat decît o singură mare bătălie: cea pe care a dat-o pentru afirmarea evoluției; celelalte bătălii — aceea pentru dezvăluirea mecanismului evoluției și al apariției vieții pe Pămînt — urmează să fie duse de acum înainte.

Problemele geneticii, ale populației, ale aprovizionării cu alimente și ale agriculturii sînt și astăzi, poate mai mult decît oricînd în istoria omenirii, probleme de ordin politic, ceea ce explică diferențele de poziții care se manifestă în abordarea lor. De aceea zadarnic ne-am aștepta, chiar către mijlocul veacului, să găsim în biologie păreri unanime, fie

chiar și cu privire la cele mai simple principii generale. Biologia este încă un domeniu haotic. Marile generalizări simplificatoare urmează să vină de acum înainte.

11. 1. Răspunsul biologiei

la influențele sociale pe care le-a suferit

Biologia modernă este rodul unor eforturi depuse în câteva direcții diferite. Preocuparea pentru o zoologie și o botanică sistematică, preocupare devenită predominantă în secolul al XIX-lea în urma controversei iscate în jurul darvinismului, se menține și astăzi, dar contribuția ei la progresul biologiei este mult mai mică. Mult mai puternică a devenit influența altor trei domenii, și anume medicina, agricultura și noua industrie întemeiată pe biologie. Multe dintre descoperirile, iar într-o măsură și mai mare transformările survenite în concepții, care la mijlocul secolului al XX-lea au făcut din biologie un obiect de studiu cu totul nou, provin din eforturile de a satisface nevoi de ordin practic.

Medicina

Influența medicinei asupra bazelor biologiei a fost determinantă. Întrîurirea științei asupra practicii medicale, a cărei primă manifestare a constituit-o munca de pionierat a lui Pasteur și Claude Bernard în secolul al XIX-lea, a început să se resimtă pe scară mare abia în secolul nostru. Satisfacerea necesităților de dotare a medicinei a început să depindă de ramuri importante ale industriei chimice și producătoare de instrumente; în ceea ce privește asistența acordată pacienților, medicina resimte, într-o măsură tot mai mare, intervenția organelor puterii de stat. Farmacia, care reprezenta înainte o colecție de plante medicinale sau de amestecuri de săruri minerale cu efecte drastice, a devenit o industrie științifică, destul de importantă chiar din punct de vedere pur comercial.

Prin marile realizări din secolul al XX-lea — dezvoltarea antibioticelor, atât a celor sintetice, ca sulfamidele, cât și a celor de origine naturală, ca penicilina — farmacia a ajuns să exercite o întrîurire pozitivă asupra progresului științei biologice în ansamblu, orientînd-o spre înțelegerea proceselor chimice care se află la baza vieții. Deosebirea dintre întrîurirea ei actuală și aceea pe care, după cum am văzut, a exercitat-o în trecut din nevoia de a se descoperi și prepara medicamente constă în creșterea proporțiilor și a eficienței. Ne aflăm încă foarte departe de o farmacologie rațională, care să cunoască nu numai eficacitatea aparentă a medicamentului, ci și acțiunea

sa biochimică precisă. Numai atunci cînd va fi cunoscută și această acțiune se va putea exercita un control științific al proceselor care se petrec în corpul omenesc și vor fi posibile restabilirea și menținerea sănătății. Pe de altă parte, am părăsit o dată pentru totdeauna vechile explicații filozofice sau magice ale acțiunii medicamentelor, care au dominat medicina și au indus în eroare știința veacuri de-a rîndul.

Nutriția

La începutul secolului al XX-lea a trecut pe primul plan un aspect oarecum nebăgat în seamă al medicinei, dietetica, care a devenit știința nutriției. Studiul ei avea să ducă la o descoperire științifică de mare însemnătate, aceea a factorilor accesorii ai alimentației: vitaminele. Astfel, s-a ajuns să se știe ce cantități și ce feluri de alimente trebuie să consume omul pentru a-și menține sănătatea sau măcar viața. Aceasta a stat la baza anchetelor și campaniilor referitoare la nutriție întreprinse în timpul marilor crize economice. Activitatea unor pionieri ca McGonigle, Le Gros Clark și Boyd Orr a dus la stabilirea unor norme minime de alimentație, ca aceea preconizată de Liga Națiunilor în 1936 și aceea preconizată de Comitetul consultativ pentru nutriție în 1937. 6.101a; 6.101 Necesitățile înarmării și ale războiului au silit în cele din urmă chiar guvernele să folosească aceste cunoștințe în vederea măsurilor de asigurare a alimentației pentru resursele umane din cadrul forțelor armate și ale industriei. La rîndul său, acest fapt a influențat direct cea mai vastă și mai veche industrie biologică, agricultura, precum și industria alimentară recent înființată.

Industria alimentară

Încă de la sfîrșitul secolului al XIX-lea, hrana necesară marilor centre urbane recent înființate nu mai provenea direct de la fermă. Hrana oamenilor a ajuns să depindă într-o măsură tot mai mare de o industrie consacrată producției alimentare; cu timpul, această industrie a ajuns să lucreze pe baze din ce în ce mai științifice. Această orientare a fost determinată, pe de o parte, de goana după profit și, pe de altă parte, de scandalurile provocate de alimentele prost preparate sau alterate, ceea ce a neliniștit opinia publică, ducînd la introducerea unor măsuri legislative și a unui control riguros. Dezvoltarea industriei alimentare a determinat crearea unui sistem rațional de conservare și de preparare a produselor alimentare. Din fabrică, acest sistem se extinde în gospodării.

Congelarea artificială, care a început cu ghețăriile, a pătruns acum în bucătăriile individuale, iar pregătirea bucatelor, cea mai veche industrie chimică, este acum pe cale să devină științifică. Cu toate că se gătește din ce în ce mai puțin acasă, ceea ce se gătește va trebui să fie preparat pe baze mai științifice, fie și numai pentru a se economisi timpul, menținându-se însă gustul bucatelor.

Lupta împotriva paraziților

Nutriția este numai unul dintre noile aspecte ale sănătății publice care au constituit un stimulent al progresului biologiei. Una dintre cele mai mari realizări ale secolului al XIX-lea a fost victoria, repurtată prin introducerea unor măsuri sanitare, asupra maladiilor transmise prin apă. Victoria secolului al XX-lea a constatat în combaterea cu succes prin îmbinarea metodelor chimice și mecanice, a unor boli și mai distrugătoare, transmise prin insecte — malaria, tifosul, frigurile galbene și ciurma — ca urmare directă a tendinței imperialismului de a exploata cât mai intens țările coloniale. Acest efort a determinat, în măsură mult mai mare decât cel anterior, necesitatea unui atac combinat. Au fost stimulate științe biologice ca entomologia și ecologia; unele discipline, ca epidemiologia și parazitologia, au fost create aproape exclusiv în acest scop.

Medicina clinică a avut, de asemenea, o influență uriașă asupra biologiei, datorită noului mod de a înțelege ajutorul acesteia în cunoașterea și combaterea efectelor bolilor. De fapt, înseși succesele obținute de medicină în combaterea bolilor epidemice au permis deplasarea accentului asupra bolilor cronice, ca reumatismul și bolile cardiace, precum și asupra efectelor produse de creșterea surmenajului și a numărului de accidente rezultate dintr-o civilizație tot mai mecanizată. De pildă, extinderea universală a transporturilor cu autovehicule a dus nu numai la înmulțirea accidentelor de circulație, ci și la apariția frecventă a maladiilor gastrice în mediul șoferilor de profesie.

Medicina și războiul

Calamitățile războiului, care au provocat în acest veac mult mai multe decese, răni și îmbolnăviri decât în oricare alt veac, au determinat în mod paradoxal, în domeniul medicinei preventive și curative, un efort mai mare decât oricare altul în timp de pace. Astfel, metodele de colectare a sîngelui și de conservare a serului au fost experimentate pentru prima oară în timpul războiului. Tot în condiții de război au fost dezvoltate rapid și aplicate pe scară uriașă medicamente noi, ca

penicilina, sau noi insecticide, ca D.D.T. Chirurgia de război, în special chirurgia plastică, a contribuit în mare măsură la cunoașterea funcționării corpului omenesc și a condițiilor în care crește și se regenerează el, cunoaștere dobândită atât prin experiențe făcute chiar pe oameni, cât și prin cercetări corespunzătoare pe animale.

Toate aceste cauze, acționînd împreună, sînt pe cale să dea naștere unei noi biologii umane, care reînvie și îmbină vechea anatomie și fiziologie a școlilor medicale. Activitatea de cercetare științifică dobîndește treptat un loc din ce în ce mai important în pregătirea cadrelor medicale și în practica medicală, formînd în domeniul medicinei oameni talentați și animați de concepții științifice. Asistăm, de fapt, la transformarea rapidă a medicinei dintr-o artă magică într-o disciplină științifică.

Agricultura

În secolul al XX-lea, agricultura a devenit un puternic stimulent al cercetărilor biologice. Transformările petrecute în agricultură în secolul precedent au constat în primul rînd în mecanizarea ei. Aceste transformări au fost determinate de tendința de a găsi metode de producție mai ieftine, îndeosebi care să ceară mai puține brațe de muncă pentru a face, în esență, ceea ce făcuse și agricultorul neolitic la vremea sa. Transformările care au avut loc în agricultură în secolul al XX-lea se referă încă mai ales la mecanizarea ei — tractorul este o inovație a acestui veac —, dar în același timp ele capătă tot mai mult un caracter biologic, pe de o parte prin îmbunătățirea îngrășămintelor și a produselor alimentare, iar pe de altă parte prin lupta neîncetată împotriva forțelor naturii și a organismelor vii, insecte, mușegaiuri și virusuri, precum și prin apărarea solului împotriva eroziunii și degradării. De fapt, întreaga știință nouă a solului, pedologia, întemeiată spre sfîrșitul secolului al XIX-lea de pionierii ei V. V. Dokuceaev (1846—1903) și K. D. Glinka (1867—1927), care mai păstrează și astăzi pecetea originii ei rusești prin termeni ca podzol și cernoziom, este produsul direct al eforturilor de a pune bazele unei agriculturi științifice.

Vechea și noua industrie biologică

Al treilea izvor al dezvoltării biologiei l-au constituit industriile biologice, veche și nouă. După cum am văzut, fabricarea berii a prilejuit unele dintre cele mai mari progrese în primele faze ale bacteriologiei, iar în prezent se manifestă o înțelegere din ce în ce mai clară a faptului că într-o mare

parte a industriei chimice, în special cea care depinde de utilizarea produselor naturale, se pot folosi adesea mijloace biologice, adică acțiunea bacteriilor, într-un mod tot atât de economic ca și acțiunea chimică directă. Asistăm, de fapt, la dezvoltarea unui nou tip de industrie, desfășurând pe scară industrială procese care în mod natural au loc în interiorul corpului multor animale, ca mamiferele rumegătoare sau termitetele. Vitele nu digeră direct iarba pe care o mănâncă; aceasta servește mai curînd ca hrană pentru mulțimea de bacterii care populează diferitele compartimente ale stomacurilor lor, vitele trăind de pe urma produselor solubile ale acestor bacterii și a cadavrelor lor.

S-ar putea ca în viitor o întreagă industrie microbiologică, bazată pe cunoașterea deplină a metabolismului bacteriilor și algeilor, să fabrice medicamente ca penicilina, articole alimentare și industriale, întrecîndu-se cu industriile pur chimice în ceea ce privește producerea unei lungi serii de bunuri, îndeosebi în domeniile în care va putea fi îmbinată cu folosirea actualelor deșeuri agricole. S-ar putea ca, în ultima parte a secolului nostru, să existe o industrie întemeiată pe biologia aplicată tot atât de importantă ca cea bazată în secolul al XIX-lea pe chimia aplicată (p. 580).

Faze ale progresului biologic în secolul al XX-lea

Pentru a avea o perspectivă istorică, aceste considerații generale asupra factorilor care au influențat dezvoltarea științei în secolul al XX-lea trebuie completate printr-o analiză a înrîuririi exercitate asupra biologiei, în această perioadă de frămîntări și zguduiri, de evenimentele politice și economice. Aceste evenimente au mai fost trecute în revistă, în legătură cu dezvoltarea generală a științei, în introducerea la partea a VI-a și în aceea la capitolul al 10-lea, consacrat științelor fizice.

În progresul științelor biologice nu este ușor să se stabilească faze de progres bine delimitate, ca acelea care sînt evidente în fizica modernă. Nu poate fi deci vorba să stabilim un paralelism perfect între evoluția internă și cea externă. În orice caz, din cauza dotării sale economice relativ slabe, biologia s-a dovedit deosebit de sensibilă față de investițiile financiare. Datorită războiului, în special în domeniul medicinei și al agriculturii s-au făcut progrese rapide. Este drept că uneori interesele economice de moment au imprimat o nuanță generală cercetărilor biologice, ca, de pildă, în biochimia nutriției, în deceniul al 4-lea al secolului nostru, sau

în domeniul antibioticelor, în timpul celui-de-al doilea război mondial.

Principalele subîmpărțiri ale istoriei contemporane sînt adînc întipărite, printr-o amară experiență, în mintea fiecărui om de știință, ba chiar în mintea fiecărui adult. Cele două mari războaie și criza economică care a izbucnit în intervalul dintre ele sînt de ajuns pentru a împărți acești 50 de ani în cinci perioade de durate inegale.

În prima perioadă, pînă în 1914, care a reprezentat crepusculul erei liberale, biologia a înflorit pe urmele expansiunii imperialiste. Aceasta a fost perioada primelor mari victorii ale medicinei împotriva malariei și frigurilor galbene și tot ea a marcat cotitura făcută în producția vegetală și creșterea animalelor, ramuri care au început, în Australia și Canada, să asigure mari profituri.

Biologia în primul război mondial

Primul război mondial a fost un interludiu care a îndepărtat pe biologi, cu excepția celor din America, de la cercetările lor. El a demonstrat totuși că măsurile anti-epidemice ajunseseră în vremea aceea, pentru prima oară în istorie, destul de eficiente ca să mențină pe front armate uriașe pe o durată oricît de îndelungată, deși aceste măsuri nu au reușit să stăvilească epidemia de gripă izbucnită apoi în rîndurile populației civile înfometate, fapt care a adăugat un plus de multe milioane de victime la numărul celor căzuți în lupte. Războiul a oferit, de asemenea, prin folosirea gazelor toxice, o anticipare a războiului biologic. Prima aplicare fățișă a științei moderne în scopul exterminării oamenilor a provocat o reacție atît de puternică în rîndul oamenilor de știință și al maselor populare, încît nici un beligerant nu a îndrăznit să folosească gazele toxice în cel de-al doilea război mondial, cu toate că, în anii dintre cele două războaie, cercetările oficiale continuaseră fără încetare. De fapt, gazele au mai fost folosite o dată, dar numai de Mussolini, în cadrul misiunii sale civilizatoare în rîndurile etiopienilor : împotriva unor oameni cu pielea de culoare neagră și lipsiți de posibilitatea de a riposta, era legală, socotea el, folosirea oricăror mijloace de război.

Biologia în perioada dintre cele două războaie

Intervalul dintre cele două războaie cuprinde mai întîi anii ulteriori avîntului economic, o perioadă de depresiune și iarăși de avînt, apoi marea criză economică din deceniul al 4-lea și, în cele din urmă, ascensiunea nazismului și pregătirile de

război. Ceea ce a făcut ca cercetările biologice să se concentreze asupra problemelor nutriției și combaterii epidemiilor a fost starea de înfometare și de răspândire a maladiilor în rândurile populației. Aceasta a dat un mare impuls folosirii vitaminelor, descoperite mai înainte, și a hormonilor, înrudiți cu acestea. Primii ani de după război se caracterizează mai ales prin faptul că *biochimia* ajunge la maturitate.

Criza economică, cu tabloul ei de mizerie în mijlocul abundenței — cafeaua aruncată în foc, holdele nerecoltate și milioanele de muncitori calificați fără lucru —, a dovedit zădărnicia și neputința biologiei în cadrul sistemului economic capitalist. Dezvoltarea rapidă în aceeași perioadă, în Uniunea Sovietică, a medicinei și agriculturii în cadrul primului plan cincinal începea să dovedească existența unei alternative eficiente.

Către sfârșitul celui de-al 4-lea deceniu, amenințarea războiului s-a accentuat, iar răspândirea violentă a teoriilor rasiste ale naziștilor, implicând și pervertirea științei, a reamintit biologilor, îndeosebi geneticienilor, implicațiile sociale ale activității lor.

Biologia în timpul celui de-al doilea război mondial

Totuși oamenii au început să-și dea seama de nenumăratele posibilități de aplicare practică a biologiei abia în cursul celui de-al doilea război mondial. Necesitatea de a preveni îmbolnăvirea combatanților, îndeosebi pe teatrele de război de la tropice, și nevoia de a reduce la minimum consecințele rănilor au determinat progrese importante în domeniul sanitar, al medicinei și al chirurgiei. D.D.T., penicilina, paludrina, toate sînt, în esență, produse ale războiului. Totodată, nevoia imperioasă de alimente a stimulat agricultura și industriile de prelucrare a produselor agricole.

Biologia în perioada de după război

Unele dintre aceste efecte benefăcătoare s-au menținut și în perioada confuză de după război. Într-un anumit sens, folosirea științei în scopuri militare, care în timpul războiului se mărginea mai ales la științele fizice, s-a orientat în perioada postbelică spre științele biologice. Studiul substanțelor toxice radioactive produse de bombe atomice, experimentarea și încercarea armelor bacteriologice par să inaugureze o epocă a războiului biologic. Experiențele cu bomba termoneucleară au dovedit că aceasta are efect și în ceea ce privește răspândirea de substanțe toxice, lucru demonstrat prin

acțiunea tragică pe care au avut-o ele asupra unor pescari japonezi și a locuitorilor unor insule din Pacific. Numai o opinie publică luminată de biologi conștienți de răspunderea lor socială poate împiedica transformarea perspectivei războiului biologic într-o realitate înspăimântătoare, care să primejduiască nu numai întreaga rasă umană, dar însăși existența vieții pe această planetă.

Totodată forțele create de război au avut și un aspect pozitiv, și anume pătrunderea noilor metode ale fizicii în domeniul biologiei: izotopii radioactivi, ultrasunetele, microscopul electronic și electroencefalograful pentru înregistrarea directă a biocurenților electrici ai creierului omenesc. A doua perioadă postbelică marchează maturizarea *biofizicii*. Aceasta nu înseamnă că biochimia a fost înlăturată: marile ei victorii vor veni abia de acum înainte. În perioada postbelică se înregistrează o importantă creștere a numărului de medicamente antibiotice, precum și primii pași pe calea studierii raționale a hormonoterapiei și a farmacologiei generale.

În același timp, domeniul agrobiologiei s-a caracterizat prin înțelegerea necesității urgente de a se pune capăt devastării resurselor naturale, de a se crea noi surse alimentare, ceea ce a dus la elaborarea unor planuri de transformare a naturii în care măsurile de ordin tehnic se îmbină cu cele de ordin biologic. Această acțiune nu mai este întreprinsă fragmentar, ci pe scară geografică largă, într-o formă care este în modul cel mai complet ilustrată de planurile de combatere a secetei în bazinele Mării Caspice și Mării Negre. Aceste planuri reprezintă o încercare de a realiza o sinteză geologică, fizică și biologică complexă, în cadrul căreia o nouă ecologie este introdusă nu atât în locul aceleia naturale inițiale, cât în locul ecologiei distrugătoare impusă de o economie bazată pe exploatare, pe obținerea profiturilor.

Domenii care se dezvoltă în cadrul biologiei

Această expunere sumară a succeselor biologiei în secolul al XX-lea poate servi ca introducere la studiul mai amănunțit al progresului realizat de diferitele discipline biologice. Ceea ce am spus pînă acum este suficient pentru a arăta modul în care puternicele forțe economice și sociale contribuie la progresul rapid al biologiei în zilele noastre, precum și influența pe care acest progres a exercitat-o, la rîndul său, asupra dezvoltării economice. Însă forțele sociale nu au influențat progresul biologiei numai prin impulsul pe care l-au dat diferitelor ramuri ale ei. Un alt aspect al problemei constă în influența pe care aceste forțe economice și politice au exercitat-o asupra desfășurării lăuntrice a gîndirii biolo-

gice, asupra procesului de formare a ideilor și asupra receptivității sau reticenței biologilor față de diferitele moduri de explicare a fenomenelor și deci asupra tipurilor de observații și experiențe pe care le-au efectuat.

Aceste influențe vor putea fi descoperite numai cînd vom ajunge să examinăm, tot în linii mari, dar ceva mai amănunțit, unele dintre principalele ramuri ale biologiei care în ultimii 50 de ani au înregistrat cele mai mari și mai rodnice progrese. Ramurile pe care le-am ales sînt: *biochimia*, un domeniu vast și în rapidă dezvoltare (expus în § 11.2—11.4), pe care l-am mai subdivizat în 11.3, *microbiologia*, și 11.4, *biochimia medicală*, cuprinzînd și *chimioterapie*; *citologia* și *embriologia* (§ 11.5), al căror obiect îl constituie creșterea și dezvoltarea organismelor; studiul organismului ca întreg, insistînd în special asupra *sistemelor sale de reglare hormonală și nervoasă* (§ 11.6); studiul *eredității* și al *evoluției* (§ 11.7); *ecologia*, adică studiul relațiilor dintre organisme, precum și *agronomia*, știință practică a ecologiei aplicate (§ 11.8). În sfîrșit, în § 11.9 încerc să arunc o privire asupra viitorului biologiei. Știu prea bine că mai există multe subiecte pe care aș fi putut să le includ în acest capitol, ca, de pildă, fiziologia plantelor și comportamentul animalelor, ca să nu mai amintesc de progresele realizate în domeniile clasice ale zoologiei și botanicii; în aceste ramuri însă cunoștințele mele sînt mai limitate și nu provin din surse directe, iar în carte n-am putut încerca în nici un caz să dau o tratare completă a tuturor problemelor.

În expunerea fiecărei teme, care conține, la rîndul său, o uluitoare complexitate de subteme, nu este cu puțință să se respecte succesiunea istorică nici măcar în măsura în care a fost realizată la analizarea științelor fizice. Corelația în timp a diferitelor teme este încă și mai greu de urmărit. Considerate însă în lumina condițiilor istorice generale care au fost schițate aici și în introducerea la partea a VI-a, multe dintre progresele realizate de fiecare disciplină în parte pot contribui la ilustrarea unei legături mai mult sau mai puțin strînse cu evenimentele politice sau economice.

Aceste opt domenii de progres în biologie nu sînt separate între ele, ci se întrepătrund și se contopesc neconținut, pe lîngă faptul că asimilează în proporții din ce în ce mai mari achizițiile științelor fizice. Dintre aceste opt domenii, primele cinci sînt legate mai strîns de medicină, iar ultimele trei de agricultură. În secolul al XX-lea s-au realizat progrese uriașe în toate aceste ramuri ale biologiei și, de fapt, multe dintre ele sînt în esență științe ale acestui secol.

Știința biochimiei reprezintă mult mai mult decât aplicarea chimiei la problemele biologice. Ea este mai curînd o încercare de a descoperi și, în cele din urmă, de a reproduce procesele chimice mult mai delicate și cu mecanisme de reglare mult mai complexe care au loc în organismele vii. Biochimia își are obîrșia în studiul fermentației, iar data afirmării ei ca știință separată poate fi considerată — întrucîtva convențional — anul 1897, cînd E. Buchner (1860—1917) a descoperit, aproape întîmplător, că drojdia de bere pisată poate provoca fermentația zahărului, cu toate că nu erau prezente celule vii. Aceasta a dovedit că fermentația se datorește unei substanțe chimice nevii care a primit numele de enzimă (*enzyme* înseamnă în drojdie) și că majoritatea reacțiilor chimice care au loc în materia vie sînt datorite unor substanțe similare.

A trebuit să mai treacă însă 40 de ani pînă a se ajunge măcar la un început de înțelegere a naturii enzimelor și a mecanismului acțiunii lor. În marea controversă asupra naturii fermentației din secolul al XIX-lea, cei doi protagoniști, Pasteur și von Liebig, aveau amîndoi dreptate și amîndoi se înșelau (p. 475). La urma urmei, Liebig avea dreptate să susțină că fermentația este provocată de o substanță chimică. Pe de altă parte, această substanță nu era un preparat chimic de laborator, putînd fi produsă numai de organismul viu, ceea ce îndreptățește afirmația lui Pasteur că viața joacă un rol esențial în fermentație. Este adevărat că fermenții lipsiți de viață, ca diastaza malțului, au fost cunoscuți și folosiți de oameni din primele epoci istorice. Importanța descoperirii lui Buchner constă în aceea că a dovedit faptul, bănuț de multă vreme, că reacțiile care se petrec în interiorul celulei, adesea atribuite unor forțe vitale misterioase, se datoresc unor fermenți intracelulari sau *enzime*.

Deosebirea fundamentală dintre biochimie și chimia organică mai clasică — ea însăși apărută din studierea produselor vieții — constă în faptul că biochimia se ocupă de procesele chimice care au loc în interiorul și în jurul celulelor organismelor vii sub acțiunea enzimelor. Există, de pildă, două procese principale care au loc în aproape toate organismele vii — fermentarea și oxidarea —, precum și un altul de care, după actualele concepții, depind toate celelalte: fotosinteza din plantele verzi. Toate aceste procese sînt simple prin componenții lor, dar sînt executate într-un mod extrem de complex, într-o serie de etape, fiecare dintre ele avînd loc sub acțiunea unei anumite enzime.

În spațiul restrâns al acestui paragraf este aproape imposibil să încerc a lămuri și a face istoricul biochimiei, așa cum s-ar cuveni să fie înfățișat, în succesiunea lui istorică, împreună cu interacțiunile biochimiei cu medicina, agricultura și industria. Materialele cu care ar trebui să se înceapă sînt extrem de variate, cuprinzînd cîteva mii de substanțe chimice, alese nu chiar arbitrar dintre mai multe miliarde de asemenea substanțe distincte ce se pot găsi în organismele vii. Iar reacțiile dintre ele sînt încă și mai variate și mai multe la număr ; 6.74 ; 6.93 de fapt, firele călăuzitoare în acest labirint au provenit din punerea unor probleme precise — determinate de condițiile individual-umane, sociale și economice —, vizînd explicarea și controlul proceselor naturale folositoare sau dăunătoare. Nevoia de a favoriza sau de a împiedica fermentarea sau creșterea, de a înțelege acțiunea medicamentelor, de a aprecia valoarea reală a alimentelor au avut toate un rol în dezvoltarea biochimiei, iar prin succesele înregistrate în fiecare etapă (descoperirea vitaminelor, a hormonilor și a antibioticelor) au contribuit, pas cu pas, la sporirea prestigiului și activității biochimiei. În afară de principala ei linie de dezvoltare, axată pe necesitățile medicinei și industriei, au existat și numeroase probleme secundare, captivante și rodnice, simpla curiozitate jucînd și ea un anumit rol în dezvoltarea biochimiei. Marele Hopkins și-a început cercetările în biochimie printr-o analiză a pigmentului de pe aripile fluturilor, ceea ce a condus la descoperirea importantului grup al pterinelor, înrudite cu acidul pantotenic, unul dintre componenții vitaminei B.

Chiar dacă istoria biochimiei s-ar preta la o expunere într-un spațiu restrîns, ea nu ar putea fi prezentată unui cititor nespecialist fără a o însoți de explicații mai lungi decît însăși istoria ei. În fața acestor dificultăți și cu riscul de a-i supăra pe prietenii mei biochimști, tot ce pot face este să renunț la prezentarea istorică și să analizez un număr foarte limitat de aspecte ale biochimiei, alese astfel încît să ilustreze cît mai bine interacțiunea cercetării științifice cu forțele sociale. Apoi, pentru ca ele să poată fi înțelese, le voi trata în lumina actualelor mele cunoștințe de biochimie, care sînt inevitabil depășite, și, în consecință, ele vor apărea pe un fond de cunoaștere științifică cu totul diferit de acela în care s-au format. Ordinea pe care am adoptat-o este mai curînd logică decît istorică, dar chiar și în acest caz este greu să expun fiecare parte în așa fel, încît să fie legată numai de ceea ce o precedă, nu și de ceea ce o urmează. În consecință, va trebui ca cititorii pe care îi interesează îndeajuns aceste părți să le recitească.

Încep cu o scurtă descriere a structurilor moleculare intermediare, din care se pare că este formată cea mai mare parte a materiei vii. Aceasta este o introducere necesară la analiza acțiunii enzimelor și coenzimelor, precum și a proceselor de fermentare, oxidare și fotosinteză. Voi trece apoi la istoricul vitaminelor, atomilor marcați, microelementelor și hormonilor, privite ca noi exemple de acțiune biochimică a unor mici cantități de substanțe speciale. Îmi propun să revin după aceea la considerarea celor mai complexe și mai caracteristice substanțe biologice, proteinele, și să spun câteva cuvinte despre producerea lor, despre digestie, precum și despre funcțiunile pe care le îndeplinesc în organism.

Aceasta duce la o expunere generală asupra metabolismului și la o discuție asupra întregii biochimii a organismelor mici, ca bacteriile și levurile. Descrierea și analiza substanțelor și proceselor care au loc în organisme nu constituie decât un prim pas. Este necesar să explic și modul în care ele iau ființă, iar această discuție duce la punerea unor probleme referitoare la originea și la începuturile dezvoltării vieții. În sfârșit, voi spune câteva cuvinte și despre raporturile dintre biochimie și dezvoltarea medicinei.

Moleculele de bază ale organismelor vii

Cercetările recente au confirmat că nu atât existența vreunei substanțe materiale conferă vieții caracterul ei specific, cât activitatea ciclurilor continue ale proceselor chimice (p. 642). Dar înainte de a putea analiza aceste procese trebuie să vorbim puțin despre formele moleculelor, care constituie verigile intermediare dintre moleculele anorganice simple ale gazelor, ca amoniacul și bioxidul de carbon, și cele deosebit de complexe ale proteinelor și acizilor nucleici, care sînt esențiale pentru organismele existente azi. Din punct de vedere actual și probabil și din punct de vedere istoric, se pare că moleculele mai mici, cu aproximativ 12 atomi, au prioritate față de moleculele mai mari, cu 1 000 pînă la 1 000 000 de atomi. S-a arătat, într-adevăr, că toate aceste molecule pot fi descompuse într-un număr relativ mic de tipuri, care, în cea mai mare parte, se încadrează în patru grupe mari. Acestea sînt: 1) cei 20 și ceva de *aminoacizi* din care sînt compuse *proteinele*; 2) câteva molecule ciclice cu legături duble care conțin azot, printre care *purinele* și *pirimidinele* din *acidul nucleic*, *pirolul* și *porfirina* pigmentilor celulari și numeroși *alcaloizi* cu acțiune fiziologică; 3) *acizii vegetali* și *hidrații de carbon*, în cea mai mare parte *zaharuri* și derivații lor; 4) *grăsimile* și *sterolii* înrudiți cu ele. Se pare că toate vietățile de pe acest Pămînt a căror

biochimie a fost studiată sînt constituite din aceste molecule de bază și, cu toate că s-a studiat un număr relativ mic de specii, aceste molecule sînt, probabil, caracteristice pentru toate speciile.

Dintre ele, aminoacizii sau, cel puțin, cei mai simpli dintre ei par a fi moleculele cele mai primitive și, într-adevăr, ei au fost produși recent de Miller,^{6.106} din amoniac și bioxid de carbon, sub acțiunea luminii. Compușii ciclici care conțin azot par să fi provenit din aminoacizi prin formarea ciclului și prin dehidrogenare. Zaharurile și hidrații de carbon par să fie produși prin fotosinteză din bioxid de carbon și apă, dar acesta este un proces complex și se prea poate ca inițial să se fi format din primul grup prin eliminarea azotului. Grăsimile și sterolii par să fie substanțele cele mai îndepărtate de cele inițiale. S-ar putea ca ele să provină din compușii ciclici sau din zaharuri, dar originea lor este încă obscură.

Originea comună a vieții actuale este indicată nu numai de existența acestui număr relativ restrîns de grupe de molecule de bază, ci și de existența unor căi comune de sinteză și descompunere pentru toate organismele vii, primul proces fiind răspîndit mai cu seamă la plante, cel de-al doilea la animale. Faptul că orice animal își poate lua o anumită parte de hrană din plante, cu excepția celor otrăvitoare, și că, în ultimă analiză, toate animalele se hrănesc pe seama plantelor dovedește că, din punct de vedere biochimic, viața reprezintă o unitate.

Modul de acțiune a enzimelor

Unitatea vieții se menține prin acțiunea unor serii de reacții în lanț, avînd drept catalizatori *enzimele*, deși actualele enzime n-au putut fi primele molecule care să îndeplinească acest rol. Acțiunea enzimelor prin care o mică particulă chiar dintr-un preparat brut, ca, de pildă, cheagul sau malțul, poate transforma o cantitate mult mai mare din așa-numitul *substrat*, ca laptele sau amidonul, a putut fi înțeleasă numai atunci cînd s-au putut prepara enzime în stare destul de pură. Aceasta s-a realizat abia prin 1925, iar în momentul de față doar cîteva duzini de enzime au putut fi obținute în stare cristalizată, cu toate că ne sînt cunoscute preparate suficient de pure a sute de alte enzime.

Imensa eficacitate a enzimelor a putut fi pe deplin apreciată numai atunci cînd au fost obținute în stare pură.^{6.93a}

O moleculă dintr-o asemenea enzimă, de pildă de peroxidază, poate activa 1 000 000 de molecule de apă oxigenată pe secundă. Importanța fundamentală a purificării a constatat în faptul că s-a dovedit că o enzimă nepurificată, așa-numita

zimează din drojdie, nu transformă dintr-o dată zahărul în alcool și bioxid de carbon, ci că procesul fermentării este dus pînă la capăt de aproximativ 20 de enzime, separabile fiecare, determinînd o anumită treaptă chimică: scoaterea unui atom din molecula substratului sau schimbarea unei legături chimice. S-a constatat că, în realitate, transformările biologice ale substanțelor chimice din celulă sînt foarte asemănătoare cu cele care se produc într-o uzină chimică modernă, unde în fiecare vas pentru reacție se efectuează numai o singură operație, materialul astfel transformat trecînd în vasul următor spre a fi prelucrat mai departe. Pe lîngă aceasta, s-a constatat că fiecare treaptă implică un foarte mic schimb de energie, ceea ce permite ca reacția să se poată desfășura la temperaturi relativ joase, fără degajare considerabilă de căldură care să-i ridice sensibil temperatura. Sistemul transformării prin enzime se aseamănă cu două trepte cu ajutorul cărora substanța poate trece peste o barieră înaltă de energie fără a fi necesară energia sau temperatura înaltă corespunzătoare pentru a sări dintr-o dată peste această barieră.

De îndată ce enzimele au putut fi purificate, a devenit limpede că majoritatea lor sînt sau conțin proteine. Se știa de multă vreme că proteinele sau substanțele albuminoide, ca albușul de ou sau carnea slabă, se găsesc în toate celulele vii, precum și în formații tegumentare, ca mătasea, lîna sau coarnele animalelor, în care se află în formă solidă. Încă în 1877 Engels a spus că viața este „modul de existență a corpurilor albuminoide”.^{2.10} În enzimele purificate se manifestă cel puțin una dintre cauzele rolului important pe care îl joacă ele: capacitatea lor de a stimula transformările biochimice. În cele ce urmează vom avea ceva mai mult de spus despre structura proteinelor. Deocamdată este suficient să menționăm că majoritatea enzimelor proteice sînt compuse din molecule mari, solubile, formate din 1 000 sau din mai mulți atomi și conținînd atît grupuri acide cît și alcaline.

Metodele biochimiei

Metodele folosite în biochimie, diferite de cele ale fizicii și ale chimiei organice, s-au dezvoltat mai ales în legătură cu cercetările întreprinse asupra acțiunii enzimelor. Arta biochimistului constă în separarea diferitelor enzime conținute într-o bucată de țesut triturat, de exemplu din ficat sau din embrionul din sămînță. În afară de faptul că folosește toate metodele, vechi și noi, ale chimiei, biochimistul lucrează cu procedee proprii, pe care și le-a însușit sau chiar adaptat studiind activitatea enzimelor. Este adeseori posibil ca, prin

întrebuințarea anumitor medicamente, o anumită enzimă să fie otrăvită sau inactivată, oprindu-se astfel lanțul reacțiilor în punctul corespunzător găsirii unui produs intermediar. Enzima poate fi depistată prin însăși activitatea ei, măsurată prin viteza cu care transformă substratul. Un preparat mai activ trebuie să conțină enzime în cantitate mai mare. Dacă o nouă fracționare nu pare a-i spori activitatea, enzima se află, probabil, în stare aproape pură.

Cazanul vrăjitoarelor

Această metodă de concentrare prin activitate specifică este unul dintre cele mai eficiente instrumente pe care biochimistul le-a împrumutat de la chimia clasică — soții Curie au întrebuințat-o pentru a izola radiul —, care, la rîndul ei, a preluat-o din practica minerilor. Folosind aceste metode, de îndată ce se descoperă o activitate se poate întreprinde căutarea substanțelor care o conțin într-o măsură importantă, iar cînd s-a găsit cea mai bună dintre ele, aceasta poate fi purificată, în cursul procesului rezultînd adeseori substanțe asociate cu proprietăți neașteptate. Substanțele brute sînt tot atît de variate ca și cele ale vrăjitoarei primitive sau ale vrăjitoarelor din „Macbeth” :

*„Mușchi de șarpe din băltoace
Fierbi în oală și te coace
Cu o limbă de dulău,
Ac de șarpe orb și rău,
Limba viperii-nfurcată
Ochiul gîșterului, iată
Și un deget de brodac
Lîna de pe liliac,
Din șopîrlă un picior,
Pana cucuveilor,
Fiarbă vraja ce nu iartă
Ca din iad fiertura fiartă”¹.*

Astăzi însă ele nu se mai amestecă, ci se separă cu toată grija. În felul acesta au fost detectate și purificate nu numai enzimele, dar și vitaminele, hormonii și antibioticele.

În cinci decenii de muncă perseverentă depusă de un grup din ce în ce mai mare de biochimisti — în Anglia Societatea de biochimie număra, în 1911, numai 50 de membri, iar astăzi mai mult de 1 600 — s-au descoperit cîteva lanțuri complete de reacții și s-au găsit cîteva sute de enzime și de

¹ W. Shakespeare, Macbeth, trad. de I. Vineanu, E.S.P.L.A., 1957, p. 106.

alte substanțe active din punct de vedere biologic. Mai multe dintre acestea, cu molecule mai mici, au fost analizate, iar câteva au fost preparate sintetic prin metodele chimiei organice.

Coenzimele

Cînd reacțiile în lanț stimulate de enzime au început să fie studiate cu mai multă atenție, s-a constatat că proteinele nu acționează singure în enzime. Pentru desfășurarea reacțiilor este la fel de necesară o cantitate mică de substanțe neproteice, de obicei solubile și cu greutate moleculară mică. Prima dintre aceste coenzime — cozimaza — a fost descoperită de Harden și Young în 1906, iar în 1937 ea a fost identificată de Elvehjem ca o dinucleotidă a acidului nicotinic, vitamina antipelagrosă. Numărul coenzimelor cunoscute este mai mic decît cel al enzimelor, dar aceeași coenzimă poate acționa în mai multe enzime. S-a determinat în mai multe cazuri că funcția coenzimelor constă în a accepta și a transmite atomii sau moleculele mici eliberate prin reacția enzimatică principală. Riboflavina, de pildă, acționează ca un donator de hidrogen în procesul de transformare a oxigenului în apă oxigenată.

Pigmenții respiratori

Această asociere dintre componența proteică a enzimei și o moleculă mică, dar activă, indică un strîns paralelism între activitatea enzimelor și aceea a așa-numiților pigmenți respiratori, ca hemoglobina sîngelui sau citocromul celular. Aceștia sînt formați dintre globulină slab legată de un grup porfirinic de culoare vie și care de obicei conține metal. Se pare că această asociere permite ca o moleculă mică, cum e cea de oxigen, să fie legată foarte slab, astfel încît să intre și să iasă ușor din combinație. În felul acesta, pigmenții respiratori ajută la desfășurarea procesului în treapta critică de introducere și de eliminare a moleculelor mici în sistemul biochimic.

Microelementele

Specificitatea pigmenților depinde în mare măsură de metalul asociat: astfel, în hemoglobină — pigmentul sanguin al vertebratelor — este activ doar fierul, în acela al moluștelor cefalopode vanadiul, iar cuprul în pigmentul sanguin al

melcilor. Deoarece aceste substanțe sînt foarte active și nu este nevoie decît de un singur atom de metal pentru o moleculă de proteină care conține aproximativ 5 000 de atomi, cantitățile de metal necesare sînt extrem de mici. Totuși, fără metal, sistemul nu funcționează și animalul sau planta moare. Aceasta este explicația găsită pentru bolile misterioase care fac să tînjească vitele și oile ce pasc pe pășunile din al căror sol lipsește un anumit metal. Astăzi, vitele care tînjesc pot fi vindecate prin aplicarea unei cantități de aproximativ două kilograme de cobalt la hectar. Este probabil că în viitor folosirea unor asemenea *microelemente* va extinde considerabil suprafețele de cultură care să devină rentabile.

Fotosinteza

Porfirinele sînt molecule colorate, adică molecule care reacționează la lumina vizibilă. De aceea nu este de mirare că una dintre ele, clorofila, este incontestabil molecula cea mai răspîdită și mai eficientă în captarea luminii necesare *fotosintezei*. Prin această moleculă unică trece întreaga energie din Soare, care face plantele să crească, animalele să se miște și oamenii să gîndească. Produsul brut al fotosintezei din plantele superioare pare a fi destul de simplu. Bioxidul de carbon este absorbit din aer, redus în stare de carbon, combinat cu apă pentru a forma un hidrat de carbon — zahăr, amidon sau celuloză —, iar surplusul de oxigen se întoarce în aer.

De fapt, după ani de cercetări în care s-au folosit toate perfecționările fotochimiei și metoda atomilor marcați, s-a ajuns doar la constatarea că procesul este foarte complicat și că încă nu este pe deplin lămurit. Se pare că, sub acțiunea luminii, din apă este eliberat oxigenul, iar atomii de hidrogen rămași servesc apoi la transformarea într-un zahăr a acidului carbonic format din bioxidul de carbon din aer.

Descoperirea acțiunii pigmentilor respiratori, a enzimelor și coenzimelor a indicat calea explicării unor fenomene cunoscute de mult: efectele violente produse de anumite substanțe administrate chiar în cantități extrem de mici asupra unor organisme mari. De fapt, aceste efecte erau cunoscute încă din epoca de piatră, cînd s-au descoperit și s-au folosit pentru prima oară otrăvurile. În limba greacă, cuvîntul *toxon* înseamnă săgeată și otravă. În cîteva cazuri simple, modul în care acționează otrăvurile poate fi explicat. Acțiunea cianurii de potasiu și a oxidului de carbon, de pildă, constă în faptul că ele se asociază cu hematina din hemoglobină și cu

enzimele oxidative mai puternic decât oxigenul, pe care acestea ar trebui să-l poarte, blocând astfel principalul mecanism de transport al oxigenului.

Descoperirea vitaminelor

Tot în timpurile moderne s-a descoperit importanța pe care o au în procesele biologice unele substanțe chimice prezente în cantități foarte mici, descoperire făcută întrucâtva paradoxal, pornind de la efectul invers produs de lipsa acestor substanțe în organism. În trecut, multe boli erau atribuite, pe bună dreptate, unor lipsuri în alimentație. Cea mai însemnată dintre aceste boli era, poate, scorbutul, boala marinarilor. Aceasta a fost și prima boală recunoscută ca o boală de carență. Încă în secolul al XVIII-lea, căpitanul Cook izbutise să-și ferească echipajul de această boală, având o provizie permanentă de fructe neconservate. Dar această cunoaștere nu avea o bază științifică și a început să fie dată uitării în secolul al XIX-lea, care adusesese moda teoriei microbiene a bolilor. Genialul Hopkins^{0.00} a atras atenția pentru prima dată asupra faptului că într-un regim alimentar complet există mici cantități de substanțe a căror lipsă în organism împiedică creșterea și duce la apariția unor simptome de degenerare.

Acești factori accesorii, cunoscuți mai târziu sub denumirea de *vitamine*, au dat imediat impuls studiului biochimiei, deoarece se găsiseră, în sfârșit, substanțe chimice care puteau fi folosite nemijlocit în scopuri curative. De îndată ce a prins teren ideea că o anumită stare a organismului se datorează unei carențe, s-a depus o muncă asiduă, folosindu-se metodele de cercetare ale chimiei, pentru a descoperi în ce consta această carență, pentru a se izola substanțele care o puteau remedia, pentru a stabili formulele acestora și, în sfârșit, pentru a le produce pe cale sintetică. Existau, firește, multe dificultăți; unele vitamine erau simple, de pildă vitamina C sau acidul ascorbic, izolat pentru prima dată de Szent-Györgyi, care a definit această vitamină oarecum paradoxal ca „o substanță care te îmbolnăvește dacă nu o mănânci”. Alte vitamine erau însă foarte complicate. Ceea ce s-a numit la început vitamina B s-a constatat că reprezintă un compus alcătuit din cel puțin 15 substanțe diferite, fiecare dintre ele îndeplinind în organism o funcție diferită. Multe vitamine, dacă nu chiar toate, par să joace rolul de coenzime și s-ar putea să nu fie decât acele coenzime pe care organismul a pierdut capacitatea de a le sintetiza, deoarece ele se găsesc în mod normal în alimente.

Descoperirea și izolarea vitaminelor, precum și stabilirea cantităților respective necesare pentru menținerea sănătății, au oferit, în principiu, prima evaluare cantitativă aproximativ completă a necesităților de alimente ale corpului omenesc. Astfel, în secolul al XX-lea, știința a pus la îndemîna omenirii un ghid pentru a-și asigura un trai bun în măsura în care el constă în alimentație. Vitaminele sînt destul de larg răspîndite, astfel că un regim alimentar bogat și variat le conține întotdeauna în cantități suficiente. De aceea bolile de carență sînt, în primul rînd, boli ale mizeriei, care pot fi complet vindecate printr-o economie sănătoasă și printr-o guvernare bună. De pildă, în timp ce în secolul al XIX-lea rahitismul, cu deformarea caracteristică a membrilor, era atît de răspîndit în Anglia încît era cunoscut sub numele de boala englezească, astăzi cazurile au devenit foarte rare. Aceasta este o realizare foarte recentă, datorită activității serviciilor sanitare de ocrotire a mamei și copilului. Chiar și în 1931, cînd a fost întreprinsă o anchetă, a reieșit că peste 80% dintre copiii de vîrstă școlară prezentau unele simptome clinice de rahitism. Pe de altă parte, popoarele mai puțin privilegiate nu o duc chiar atît de bine. În vaste regiuni ale Africii mai există boala beri-beri, iar în Italia și în sudul Statelor Unite pelagra este o boală curentă. Însemnătatea contribuției aduse de cercetările științifice a constat în aceea că ele au relevat, în legătură cu nutriția, fapte care pînă atunci fuseseră estompate printr-o seamă de considerații străine de nutriție. Era doar atît de ușor ca bolile sărăcimii să fie atribuite alcoolismului sau viciului, iar atîta vreme cît nu devenise evident că foamea istovește sau omoară pe săraci, se considera că pentru aceștia s-a făcut tot ce era cu putință. Astăzi, cu noile noastre cunoștințe, nu se mai poate ascunde că lipsirea oamenilor de o alimentație bună care să conțină vitamine înseamnă o adevărată crimă împotriva umanității. În momentul în care această cunoaștere a fost bine stabilită și larg răspîndită, nu a mai fost posibil ca opinia publică să rămînă nepăsătoare față de ceea ce constituia, de fapt, schilodirea ființelor omenești.

Este destul de caracteristic faptul că nu aceste considerente au constituit mobilul sprijinului eficient acordat de oficialitate unei științe aplicate ca aceea a alimentației, ci interesul ca armatele să fie apte de luptă în cel de-al doilea război mondial. Aceasta a avut rezultate atît de eficiente, încît s-a reușit să se mențină starea sănătății populației britanice la un nivel superior celui dinainte de război, în condițiile unui regim alimentar mult mai sărac, care, dacă nu

ar fi cunoscut acțiunea vitaminelor, ar fi provocat inevitabil ivirea a nenumărate cazuri de boli de carență mai ales în rîndurile copiilor, precum și extinderea generală a epidemiilor.

Hormonii

Importanța unor molecule speciale aflate în organism în cantități foarte mici nu se limita însă la substanțele absorbite prin hrană. Alte cercetări, efectuate paralel cu continuarea cercetării acestor molecule, indicau că în multe cazuri starea organismului depinde de existența unor cantități infime de substanțe produse în interiorul său, de obicei în locuri speciale: așa-numitele glande cu secreție internă, a căror funcție a constituit pînă atunci un mister pentru anumiți. Astfel, în 1905 s-a descoperit un nou grup de substanțe, *hormonii*, sau mesagerii, cum i-a denumit E. H. Starling (1866—1927), de genul estronei și al hormonilor ovarieni înrudiți cu ea, legați de ciclul sexual și de lactație la femei. Un alt hormon este tiroxina, a cărei lipsă în organism poate provoca gușa și cretinismul. Elementul de bază din tiroxină este iodul, iar lipsa lui, în multe regiuni, constituie cauza fundamentală a acestei boli, care poate fi prevenită printr-o administrare rațională de iod. În alte cazuri, ca cel al insulinei, problema este mai complicată, deoarece hormonul este el însuși o proteină, astfel că nu poate fi încă preparat pe cale sintetică. Bolnavul de diabet depinde de producția hormonului de către un alt organism, sau de insulina obținută prin extracție din pancreasul bovinelor și ovinelor. Din păcate, frecvența cazurilor de diabet în lumea întreagă este mai mare decît cantitatea de insulină care ar putea fi extrasă din animale. Dacă nu vrem să îngăduim moartea a sute de mii de oameni din cauze care pot fi prevenite, trebuie să facem un efort cît mai hotărît și mai susținut pentru a realiza sinteza insulinei sau a înlocuitorilor ei.

Hormonii din plante

Succesele cercetărilor referitoare la vitamine și la hormoni nu s-au mărginit numai la animale. În 1928 Went și alții au început să studieze cu mijloace biochimice modul în care creșterea plantelor este influențată de factorii externi, ca lumina și gravitația. A spune că plantele cresc în sus în mod natural, îndreptîndu-se spre lumină, înseamnă pur și simplu a permite mascarea ignoranței prin banalități. Măsurarea creșterii reprezintă un pas important spre înțelegere; însă înțelegerea procesului creșterii se poate produce numai pe cale

experimentală, controlînd și făcînd să varieze starea mediului înconjurător. Pe această cale s-au descoperit *auxinele*, substanțe naturale care produc alungirea celulelor și deci creșterea, aceasta putînd fi dreaptă sau strîmbă, după cum auxinele au o distribuție regulată sau neregulată. Mai tîrziu s-a descoperit că substanțe artificiale, care din punct de vedere chimic nu sînt identice cu auxinele naturale, produc efecte similare. Aceste heteroauxine sînt folosite acum pe scară mare pentru stimularea creșterii, în special pentru dezvoltarea rădăcinilor la butași. Administrate în doze mai mari, ele produc o creștere neregulată și pieirea plantei și de aceea au început să fie utilizate ca erbicide. Este caracteristic pentru starea anormală a lumii capitaliste că se cheltuiesc sume uriașe pentru prepararea, în cel mai mare secret, de alte heteroauxine, menite să distrugă recoltele inamicului într-un război biologic, iar acest mod de întrebuițare a fost verificat, nu de mult, împotriva țăranilor din Malaya, fără a stîrni proteste eficiente.

Studiul vitaminelor și al hormonilor, iar într-o și mai mare măsură efectele, deseori dramatice, survenite în practica administrării lor fac să apară deosebit de ispititor gîndul că organisme nu mai trebuie privite ca mașini mecanice, ci chimice, a căror funcționare este în întregime determinată de totalitatea agenților activi care se introduc în organisme. După cum subliniază biologii cu experiență și chiar biochimisții, din faptul că administrarea unei substanțe chimice specifice produce un anumit rezultat fiziologic nu rezultă că, în condiții de sănătate, aceeași substanță chimică sau una foarte asemănătoare produce același efect. Există mulți alți factori chimici și neurologici de care trebuie să se țină seama, iar unul și același rezultat poate fi obținut pe căi foarte diferite. Dar înțelegerea acestui lucru nu trebuie să ducă la un scepticism general sau la misticism în biologie. Înțelegerea corectă a acestui fapt trebuie să constituie un imbold pentru cercetări biologice mai aprofundate și mai cuprinzătoare.

Imunologia

Pînă acum am pus accentul pe activitatea moleculelor în organisme. Unele dintre ele au o altă proprietate, aceea a specificității, care este de asemenea legată îndeosebi de proteine. Pasteur a descoperit aproape întîmplător, în reacția de imunitate artificială, că un vaccin inofensiv, obținut dintr-un preparat de bacterii moarte, poate imuniza un pacient contra unui atac al acelorași bacterii în stare virulentă. Această descoperire a devenit baza unei noi științe, *imuno-*

logia. Succesele ei practice au fost marcate prin lichidarea unor boli ca difteria.

În esență, aceasta nu reprezintă decât un pas înainte în lămurirea proceselor care, vreme de milioane de ani, au slujit la apărarea animalelor împotriva bolilor infecțioase. Cunoașterea și folosirea lor de către oameni se pierd în negura vremurilor. Nimeni nu știe care este originea metodei inoculării împotriva variolei, practică de multă vreme în Orient, dar ea nu datorează mai nimic științei. De aici s-a inspirat însă Jenner în 1796 în practica vaccinării, a cărei importanță constă în faptul că reprezintă prima aplicare științifică a principiului imunizării preventive, cunoscută prin tradiție de lăptărese, care îl folosesc pentru a preveni forme ușoare de variolă a bovinelor. A trebuit să mai treacă aproape 80 de ani pînă ce această primă încercare să fie reluată și abia în secolul nostru principiile imunității și-au găsit un vast domeniu de aplicare. Același lucru s-a întîmplat și mai tîrziu cînd s-a încercat în mod serios aplicarea la oameni a unui vechi mijloc de tratament: transfuzia de sînge.

Grupele sanguine

La început, pe lîngă succese, s-au înregistrat și accidente grave; s-a descoperit astfel că proteinele din sîngele unor oameni aveau însușirea de a intra în reacție și, de fapt, de a precipita globulele sanguine ale altor oameni. În felul acesta a început studiul grupelor sanguine de către Landsteiner, studiu care s-a dovedit apoi extrem de prețios pentru salvarea de vieți omenești atît în timp de război, cît și în timp de pace. Amîndouă reacțiile pomenite mai sus se bazează pe faptul că proteinele au un înalt grad de specificitate; că fiecare fel de proteină poate acționa în organism ca un agent care provoacă apariția unui anticorp care va precipita în viitor această proteină și numai pe aceasta. Mecanismul acestei reacții este încă obscur, dar ceea ce se cunoaște este suficient pentru a arăta că numai o anumită parte a moleculei de proteină participă la reacție. Adîncirea studiului acestei reacții trebuie să aducă lumină asupra detaliilor biologice esențiale ale structurii proteinelor.

Structurile moleculelor proteice

Studiile făcute asupra specificității și acțiunii enzimelor încep să arate în ce constă, probabil, funcția proteinelor în organismele vii. Ele conferă organismului, în același timp, individualitate și-l fac biologic-activ. În comparație cu ma-

joritatea moleculelor pe care le studiază chimia organică, proteinele sînt deosebit de complicate. În primul rînd, moleculele lor sînt mari, mult prea mari pentru a fi măsurate prin metodele chimice obișnuite și suficient de mari pentru a fi accesibile măsurătorii fizice, după cum a dovedit Svedberg, care le-a separat cu ajutorul ultracentrifugii, un fel de separator de lapte a cărui viteză de rotație este de sute de ori mai mare.

Uimitoare a fost mai ales realizarea cristalizării lor, adică faptul că milioane de molecule de proteine de același fel s-au putut așeza „în rînduri și coloane” după expresia lui Newton, cu aceeași regularitate ca și cei mai simpli atomi din cristalele anorganice. Aceasta înseamnă că moleculele proteinelor de orice tip dat sînt, în esență, identice. Nu este necesar ca identitatea lor să fie absolută pînă la ultimul atom sau ultima valență, însă cristalizarea implică ipoteza că majoritatea moleculelor nu diferă între ele, ca formă și dimensiuni, decît în limita cîtorva procente.

Existența cristalelor proteice a făcut posibilă examinarea structurii proteinelor prin analiza cu razele X, folosită anterior pentru cristalele organice mai simple. S-au obținut prin acest procedeu măsurători exacte ale dimensiunilor moleculelor proteice, în a căror structură intră de la 1000 de atomi pînă la milioane de atomi, în majoritatea lor atomi de carbon, azot, oxigen și hidrogen. Această analiză a oferit și unele indicații asupra modului în care atomii sînt legați între ei. Ipoteza cea mai probabilă în momentul de față este aceea că moleculele sînt compuse din grupări de lanțuri de aminoacizi, puternic legate între ele prin sarcini electrice.

Structura lanțurilor componente se lămurește treptat, cu ajutorul noilor metode de cercetare aparținînd fizicii și chimiei. Primul pas hotărîtor a fost făcut de Sanger în 1952, prin determinarea ordinii precise a aminoacizilor în cele două lanțuri din care este constituită molecula de insulină. Acesta a fost cel mai mare triumf al chimiei analitice. Modul în care aceste lanțuri se împletesc sau se suprapun nu este cunoscut încă. Ne aflăm încă foarte departe de rezolvarea problemelor puse de structura proteinelor. Atîta vreme cît nu vom ști despre ele mai mult decît știm acum, nu vom fi în stare să dăm o explicație fundamentată care să ducă la obținerea unui control conștient al proceselor la care participă proteinele. Acestea nu sînt numai procesele pur chimice pe care le-am analizat mai înainte, ci și funcțiile fiziologice elementare, cum ar fi contracția musculară — de care depind toate mișcările organismului animal — sau transmiterea mesajelor în sistemul nervos.

Proteinele fibrilare

Atît muşchii, cît şi nervii sînt alcătuiţi din proteine fibrilare, aşa cum sînt şi părţile inerte ale organismelor animale, ca, de pildă, collagenul din cartilaje, cheratina din păr, unghii şi coarne, precum şi ţesătura unor insecte şi a păianjenilor. Aceste proteine fibrilare tari pot fi considerate într-un anumit sens produse biologice secundare, secreţii păstrate în scopuri de structură. Acelaşi rol îl joacă pentru plante celuloza fibrilară, iar pentru insecte chitina din tegument. Tocmai prin aceste însuşiri de soliditate, rezistenţă şi stabilitate s-au dovedit proteinele fibrilare preţioase pentru om încă din timpurile primitive, ele devenind apoi baza marilor industrii producătoare de lînă, mătase şi pielărie.

Din acelaşi motiv, primele proteine analizate cu ajutorul razelor X au fost cele fibrilare. Cercetările lui Mark şi Astbury au arătat că ele sînt formate în proteinele elastice — cum este lîna — din lanţuri răsucite de aminoacizi, iar în proteinele rigide — cum este mătasea — din lanţuri dispuse în linie dreaptă. Aceste descoperiri au contribuit în largă măsură la formarea unei baze ştiinţifice de pe care să se poată aborda modificarea vechilor metode tehnice şi căutarea mijloacelor de a se crea noi fibre textile. S-au şi produs pînă acum, din proteine naturale globulare, o nouă serie de proteine fibrilare secundare, ca ardilul, produs din edestina arahidelor, iar proteine cu adevărat sintetice, ca polibenzoilul glutamat, pot fi preparate acum în formă fibroasă, ameninţînd să rivalizeze cu poliamidele complet artificiale, cum este nailonul.

Structura şi originea proteinelor globulare

Între producţia artificială de proteine fibrilare din aminoacizi şi structura reală a moleculelor active de proteine, numite globulare, este totuşi o distanţă imensă. Aceasta pare să depindă de modul în care lanţurile de peptide se repliază şi se împletesc pentru a forma o anumită moleculă, de pildă aceea de insulină. Această problemă este abordată prin metode fizice, biochimice şi citologice.

O breşă definitivă a fost făcută în această privinţă de Kendrev, care, fixînd fazele difracţiei razelor Roentgen prin atomi de metal substituiţi, a dedus în mare configuraţia mio-globinei caşalotului. Se pare că ea constă dintr-o spirală complicată, compusă în mare măsură, după cum consideră el, din spirale de lanţuri de aminoacizi, dispuse, ca în ipoteza lui Pauling, într-un sistem elicoidal. Cu toate acestea, este de pe acum evident că există proteine care prezintă toate

gradele de complexitate, începînd de la pachete de lanțuri pliate și agregate de asemenea pachete, ca, de exemplu, în hemoglobină, pînă la grupări ordonate de asemenea agregate, ca în proteinele virotice.

Acizii nucleici

Între timp, interesul biochimicștilor s-a deplasat, în mare măsură, de la proteine la moleculele — după cît se pare, mai simple, dar la fel de esențiale — ale acidului nucleic. Se știa de multă vreme că în nucleeele celulelor există acizi complecși, conținînd baze azotate, zaharuri și fosfați. Biochimicștii au reușit să purifice și să separe două tipuri de acizi nucleici, caracterizați prin prezența în molecula lor a două zaharuri : riboza și dezoxiriboza. Se știe acum că acești acizi, denumiți respectiv ribonucleic (ARN) și dezoxiribonucleic (ADN), joacă un rol vital în procesul creșterii și al reproducerii. ARN pare să fie o substanță mai simplă, întrucît se întîlnește în părțile exterioare ale tuturor celulelor, în citoplasmă, precum și în virușii mai mici. ADN se găsește numai în nucleu și în virușii mai complecși, cum sînt bacteriofagii. Printr-o serie de experiențe citobiologice asupra unor celule infectate sau în curs de diviziune, în cursul cărora au fost folosite atît metoda atomilor marcați, cît și metode genetice, s-a dovedit că ARN și ADN posedă însușirea autoreproducerii, dar numai într-un mediu celular avînd toate enzimele necesare. De curînd, Crick și Watson au dedus, în parte pe baza unor analize cu raze X, în parte pe baza unor dovezi biochimice, un mecanism plauzibil prin care se realizează această autoreproducere a ADN. Ei au arătat că moleculele de ADN pot să existe în celulele vii sub forma a două spirale și că, în condiții corespunzătoare, o spirală este în stare să genereze un model identic celui al său. Ei afirmă de asemenea, dar acest lucru rămîne să fie dovedit, că ADN poate face sinteza proteinei. Este cert că ARN efectuează această sinteză atît în celulele vii, cît și în infecția virotică, dar configurația moleculelor lui nu este încă precis cunoscută.

Aceste descoperiri ar putea foarte bine să marcheze o cotitură în concepția noastră despre viață și originea ei. În momentul de față întrezărim legătura reciprocă dintre aspectele metabolice ale proceselor vii, influențate în mare măsură de proteine, și aspectele reproductive, influențate de acizii nucleici. Ne aflăm în fața unui paradox cunoscut. Acizii nucleici fac sinteza proteinelor, iar proteinele fac sinteza acizilor nucleici : care proces are loc mai întîi ? Răspunsul evoluționist este și aici : nici unul dintre ele, ci un predecesor molecular

mai simplu. Un indiciu poate fi găsit în asemănarea dintre componentele nucleotidice ale acizilor nucleici și coenzimele esențiale menționate deja.

Metabolismul

Metabolismul reprezintă o problemă centrală a biologiei. După cum s-a mai arătat, unele procese metabolice, de pildă arderea completă a zaharurilor, au fost mai mult sau mai puțin lămurite; mai rămâne însă mult de făcut în acest domeniu, iar studiul laturii constructive a metabolismului, *anabolismul*, abia a început. Un lucru a devenit însă limpede în timpul din urmă, datorită în special folosirii atomilor marcați, și anume că atât anabolismul, adică construirea în organism a unor substanțe complexe pe seama unor compuși cu structuri mai simple, cât și *catabolismul*, sau descompunerea acestor substanțe, se desfășoară cu viteze mult mai mari decât s-a crezut în trecut. Moleculele din corpul nostru și din toate organismele sînt într-o permanentă stare de reconstrucție, iar atomii se scurg prin ele într-un flux aproape neîntrerupt. Este probabil că nici unul dintre noi nu mai avem în corp decât cîteva atomi din cei cu care am pornit în viață și că, chiar la maturitate, schimbăm cea mai mare parte din substanța corpului nostru în nu mai mult de cîteva luni.

Caracterul biochimic al vieții considerate ca proces

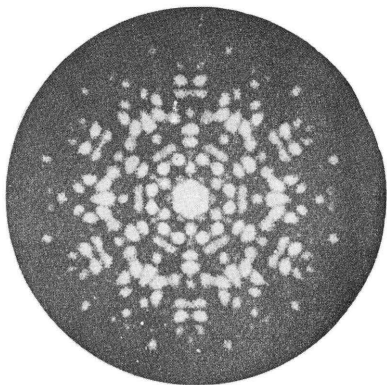
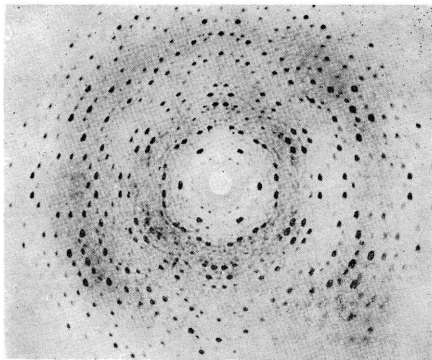
Ceea ce este deci permanent în viața individuală nu este substanța, ci formele și reacțiile moleculelor din care sînt constituite organismele vii. Substanța propriu-zisă a organismelor pare a avea importanță, în primul rînd, pentru că este necesară în realizarea ciclurilor continue ale schimburilor de substanțe chimice care constituie viața. Aceste schimburi trebuie să fie *relativ echilibrate* în fiecare celulă vie, așa cum sînt și în organismul luat în întregul lui. Aceasta înseamnă că, într-o măsură mai mare sau mai mică, în interiorul fiecărei celule și în întregul organism ciclurile nu sînt niciodată complete, că creșterea sau descompunerea reprezintă o regulă care acționează pe toată durata vieții, ecou îndepărtat al principiului „generării și distrugerii“, care, după concepția lui Aristotel, guverna în sfera sublunară (p. 142). Apoi, după cum a arătat Claude Bernard, echilibrul este, între anumite limite, stabil: organismul reacționează în așa fel încît să mențină constante atât mediul său interior, cât și cel exterior. Numai atunci cînd aceste limite sînt depășite și unul dintre tipurile

de transformare scapă de sub control, celula vie sau organismul încetează să mai funcționeze în mod coordonat (sau, cum zicem noi, moare). Chiar și după ce s-a produs acest fenomen, multe dintre părțile componente, ca enzimele în cazul morții celulei sau întreaga celulă în cazul morții unui organism, rămân pentru un timp tot atât de active ca și înainte.

Caracteristica esențială a oricărui organism atîta timp cît este viu constă în succesiunea și coordonarea proceselor și nu în arhitectura, oricare ar fi ea, a substanței inerte. Considerînd viața de pe această planetă în întregul ei, procesul apare și mai grandios. În cursul reproducerii și de asemenea, dar într-un ritm mult mai lent, în cursul creșterii, ciclurile proceselor sînt modificate. Procesele reale și structurile în interiorul cărora se desfășoară își capătă sensul deplin numai dacă sînt considerate ca produse ale unei evoluții îndelungate, în primul rînd chimice.

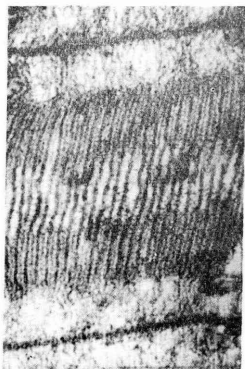
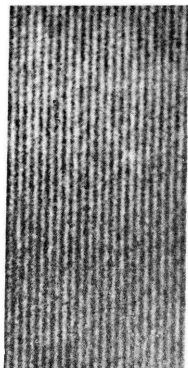
Cercetarea naturii proceselor chimice fundamentale din materia vie a început abia în ultimele decenii și se află în prezent într-o fază foarte activă de descoperiri. Toate aceste procese par a fi provocate de sisteme de enzime și coenzime. S-ar părea, într-adevăr, că majoritatea moleculelor de proteine libere din celule funcționează ca enzime. Rolul coenzimelor, și îndeosebi al nucleotidelor — componenți ai acidului nucleic care conțin fosfor — pare să fie fundamental. Ele par să facă legătura și între procesele catabolice, care cedează energie, și procesele anabolice, care absorb energie și construiesc structuri. ^{6.102}

După cum am văzut, aceste transformări, care au loc sub acțiunea enzimelor, se produc cu schimburi neînsemnate de energie, permițînd organismului să efectueze transformări chimice considerabile fără vreo creștere sensibilă a temperaturii. Viața este, folosind cuvintele lui Fernel, ^{4.87} „un foc mic fără flacără”. Reacțiile care au loc în organisme și în relațiile chimice dintre organisme, de la simbioza cu foloase reciproce pînă la absorbirea directă sau parazitism, fac parte din sisteme chimice complexe, înlănțuite între ele. În biosfera complet dezvoltată, așa cum a existat cel puțin în ultimul miliard de ani, relativ puține molecule organice sînt lăsate permanent să se depoziteze; dar acestea, cum sînt petrolul și cărbunele, prezintă o valoare considerabilă pentru om. Majoritatea moleculelor parcurg cicluri nesfîrșite de transformări, trecînd prin plante, animale și bacterii, pentru a se înapoia din nou în plante. Întreaga biosferă poate fi considerată ca un sistem biochimic în evoluție. N-avem nici un motiv să credem că acest sistem, în felul lui, este singurul posibil în univers. S-ar putea să existe pe alte planete și alte



Planșa 3. DIFRACTIA RAZELOR X ÎN CRISTALE

Sus : Cristal de pepsină de-a lungul axei hexagonale (Perutz).
Jos : Schema de difracție a moleculei hexagonale model (Lipson).



Plansa 4. *Utilizări ale microscopului electronic*

- (a) Cristal de ftalocianină de cupru evidențiind șiruri de molecule separate ($\times 1\,500\,000$) (Menter).
- (b) Virus cristalizat. De remarcat aranjamentul regulat al particulelor ($\times 15\,000$) (Wyckoff).
- (c) Mușchi striat. De remarcat fibrilele groase și subțiri ($\times 60\,000$) (Huxley).
- (d) Legătura dintre nerv și mușchi. De remarcat fibrilele axonului și mitocondriile ($\times 20\,000$) (Robertson).

sisteme de transformare biochimică, unele mai puțin eficiente, altele mult mai eficiente decât cel de pe planeta noastră. 6.113; 6.77

Termodinamica organismelor vii

Caracterul specific și controlat al schimburilor reciproce de energie în sistemele vii împreună cu ritmul rapid al fluxului de materie care le parcurge pot să explice, în mare măsură, paradoxul aparent că aceste sisteme par a contrazice a doua lege a termodinamicii, care afirmă că în orice sistem închis entropia, sau măsura „amestecării”, trebuie întotdeauna să crească, cu alte cuvinte că sistemul devine, cu timpul, din ce în ce mai dezordonat. Organismele însă par a-și menține, pe perioade îndelungate de timp, respectiv în cea mai mare parte a vieții lor, aproximativ același grad de ordonare. De fapt, când cresc și se reproduc, acest grad de ordonare crește, organismele pierzându-l numai la moarte. S-a presupus că aceasta implică o organizare divină sau cu caracter teleologic, dar acum se consideră că nu este decât o consecință simplă a faptului că un organism viu nu este un sistem închis, ci un sistem deschis. La astfel de sisteme, după cum a arătat recent Prigojin,^{6.116} entropia nu crește, ci tinde pur și simplu spre o valoare constantă. A doua lege a termodinamicii este, în realitate, un caz particular, corespunzând sistemelor închise. Cunoașterea acestui fapt înlătură nevoia de a considera aspectul termodinamic al metabolismului și al creșterii organismelor ca având o importanță vitală, iar pentru schimburile de energie organică aceasta are în secolul nostru aceeași însemnătate pe care a avut-o opera lui Wöhler în secolul precedent pentru cunoașterea substanței organice. Totuși ea nu rezolvă problema vieții : ea nu face decât să înlătore o pseudoproblemă care a apărut în legătură cu ea. Problema esențială, și anume problema explicării originii și evoluției sistemului de structuri și de procese în continuă transformare, dar în esență reproductivă, care caracterizează organismele vii, rămâne deschisă.

11. 3. Microbiologia

Natura chimică fundamentală a vieții poate fi înțeleasă cel mai bine atunci când ea nu apare complicată prin forme și comportamente evaluate. În secolul al XX-lea, biochimia a început, în sfârșit, să lămurească tainele vieții celor mai mici organisme, bacteriile, levurile și mucegaiurile, ca și a celor mai simple animale, protozoarele unicelulare. Acestea sînt simple numai ca formă și structură ; din punct de vedere

biochimic, după cum vom vedea, ele sînt cel puțin tot atît de complexe, dacă nu și mai complexe, decît organismele superioare. Studiul lor a primit un puternic stimulent și sprijin atît din partea medicinei, în cadrul tratării bolilor provocate de aceste organisme, cît și din partea industriei, datorită substanțelor chimice și medicamentelor pe care le produc, între care și substanța cea mai importantă, folosită în mod universal la prepararea medicamentelor, alcoolul. În prezent începe să se studieze rolul microorganismelor și în agricultură, deoarece de ele depinde în mare măsură fertilitatea solului.

Războiul biologic

În ultimii zece ani însă, cercetările microbiologice cele mai intense și mai generos subvenționate au fost efectuate în legătură cu pregătirea războiului biologic, bineînțeles în scopuri de apărare!⁶⁻¹¹⁸ Aici obiectivul este dezvoltarea și nu distrugerea organismelor cu capacitate toxică maximă, precum și găsirea unor mijloace care să asigure răspîndirea lor cît mai rapidă, pe suprafețe cît mai întinse, prin folosirea pulverizatoarelor de insecte sau a altor mijloace. S-au și produs pînă acum unii microbi patogeni, ca agenții antraxului, morvei și brucelozei, în cantități de zeci de tone, suficiente ca prin împrăștiere să extermine întreaga rasă umană. Toxinele produse de bacterii sînt și mai ucigătoare, deoarece în cazul unora dintre ele cîteva zeci de grame pot avea aceleași urmări monstruoase. Bacteriile înseși par să fie într-o situație privilegiată prin capacitatea lor de înmulțire în timpul epidemiilor. Aici însă apare o dificultate serioasă. Eficacitatea epidemică a unui microb nu poate fi apreciată decît pe teren, prin experimentarea pe oameni. Tocmai această necesitate dă un temei în plus acuzațiilor aduse de oamenii de știință coreeni și chinezi care au arătat că astfel de experiențe au fost efectuate în războiul din Coreea.⁶⁻¹¹⁷ Însăși repulsia popoarelor britanic și american de a crede aceste acuzații relevă cît de mare este aversiunea și groaza pe care o inspiră maselor populare aceste mijloace de război. Totuși, cercetările și perfecționarea acestor arme continuă, ba chiar se intensifică. Guvernul Statelor Unite își menține încă și astăzi refuzul de a ratifica Convenția de la Geneva din 1925, prin care se interzice folosirea lor, și nu încape îndoială că, dacă ar izbucni un nou război, singura opreliște în calea folosirii armei biologice sau a gazelor toxice ar fi teama de represalii. Mulți oameni de știință își dau seama că această situație nu poate fi îngăduită și, printre alte organizații științifice, Congresul de microbiologie, care a avut loc la Roma în 1953, a adoptat următoarea rezoluție :

„Al șaselea Congres de microbiologie, convins că este interpretul sentimentelor tuturor microbiologilor, își exprimă părerea că știința microbiologiei trebuie să aibă drept țel unic bunăstarea și progresul omenirii, că toate cercetările în domeniul microbiologiei trebuie să fie îndreptate spre acest țel și că toate țările trebuie să adere la protocolul de la Geneva din 1925“.

Presiunea opiniei publice și a oamenilor de știință va izbuti, mai curînd sau mai tîrziu, să pună capăt acestei denaturări flagrante a scopurilor științei și să readucă studiul microorganismelor la țelurile lui inițiale: combaterea bolilor și sprijinirea agriculturii și a industriei.

Variabilitatea chimică și adaptabilitatea organismelor simple

Abia acum începem să întrezărim perspectivele pe care le oferă microbiologiei aplicarea metodelor chimice de cercetare. Se pot afla multe lucruri despre procesele vitale normale și anormale ale acestor organisme minuscule dacă le cultivăm în soluții conținînd diferite substanțe. Se pot studia, astfel, efectele acestor substanțe asupra dezvoltării și se pot obține informații asupra transformărilor pe care le suferă în organism prin examinarea produselor eliminate în mediul de cultură. Din aceste cercetări reiese că organismele cele mai simple din punct de vedere morfologic prezintă cea mai mare complexitate chimică. Într-adevăr, în ele se pot desfășura orice procese chimice care se realizează în organismele superioare, iar deseori încă multe altele. Organismele simple apar ca mici uzine chimice, în care moleculele trec pe bandă rulantă de la o enzimă la alta, pentru a fi încorporate în organism în cadrul creșterii, pentru a se extrage din ele energie și, în sfîrșit, pentru a fi eliminate ca reziduuri inutilizabile. Diferitele organisme se specializează în diferite procese, dar, ceea ce este întrucîtva neașteptat, specializarea nu pare să fie nicidecum rigidă. Metabolismul organismelor simple pare să fie deosebit de adaptabil.⁶⁻⁹⁸ Dacă lipsește o moleculă nutritivă, ele folosesc imediat o alta, modificîndu-și în acest scop multe dintre procesele lor chimice. Această variabilitate devine deseori cît se poate de incomodă pentru noi, deoarece acționează și în cazul toxinelor antimicrobiene, astfel că numeroase soiuri de bacterii s-au obișnuit acum cu sulfamidele, iar unele chiar cu penicilină. Aceasta reprezintă, de fapt, un fel de fenomen de învățare a chimiei, și, de îndată ce îi vom cunoaște bine mecanismul, vom fi capabili să învățăm aceste organisme să facă ce vrem noi. Aceasta arată că organismele primitive au o mare

rezistență și maleabilitate, care le-au dat posibilitatea să supraviețuiască și să evolueze în decursul tuturor proceselor prin care au trecut (p. 682).

Virusurile

Mucegaiurile și protozoarele sînt organisme relativ complexe, a căror structură internă poate fi văzută la microscop. Chiar și bacteriile mai simple au forme caracteristice, iar structura lor internă începe să fie examinată la microscopul electronic. Toate acestea au un metabolism bine pus la punct dacă sînt plasate într-un mediu convenabil. Există organisme mai mici și mai simple, virusurile, care nu prezintă nici măcar aceste însușiri. Există o gamă întreagă de virusuri, de la virusurile relativ mari și complexe ale animalelor, care provoacă boli ca variola și pojarul, pînă la virusurile foarte mici ale plantelor, care le produc acestora nenumărate boli. Există și virusuri ale bacteriilor înseși, bacteriofagii, ultima treaptă imaginabilă din ierarhia „puricilor mai mari ducînd în spinare purici mai mici care să-i ciupească”. Prin acțiunea lor de provocare a unor boli putînd fi transmise de la un organism la altul și ducînd uneori chiar la epidemii, virusurile nu prezintă nici o deosebire esențială față de bacterii; de fapt, deosebirea dintre ele constă în aceea că virusurile pot trece prin filtrele folosite pentru reținerea bacteriilor și că nu sînt vizibile cu microscopul obișnuit. Acum, cînd dispunem de microscopul electronic, virusurile pot fi văzute și, în cele mai multe cazuri, ele apar sub forma unor mici corpuri rotunde, mult mai mici decît bacteriile, iar cu excepția cîtorva virusuri ale animalelor, par a nu avea o structură internă.

Virusurile cristalizabile

Bawden și Pirie, precum și Stanley, au descoperit că virusurile mai mici ale plantelor au proprietăți întrucîtva surprinzătoare pentru un organism viu, și anume că sînt cristalizabile. Acest fapt a fost confirmat și prin cercetări efectuate cu ajutorul razelor X, care au relevat că majoritatea atomilor din virusuri sînt dispuși într-o ordine riguroasă, ca și, de pildă, în moleculele proteice. Cu alte cuvinte, un virus este o moleculă chimică, avînd în același timp multe dintre proprietățile unui organism viu.

Cercetările recente făcute de Wilson, Franklin și alții au relevat anumite aspecte ale structurii virusurilor. Se pare că ele sînt formate din două părți: o carcasă de molecule proteice dispuse geometric — într-o formă elicoidală sau poliedrică — și filamente de acid nucleic fixate pe ea în anumite

locuri. S-ar mai părea că între virusurile plantelor și cele ale animalelor nu există în principiu nici o deosebire, în afară de cantitatea de proteină care le determină dimensiunile. Microzomii găsiți în celulele sănătoase par a avea o structură asemănătoare.

Virusurile nu sînt organisme primitive

La prima vedere, dar numai la prima vedere, s-ar putea crede că virusurile fac legătura între materia vie și cea nevie. În realitate, analiza chimică a unui virus relevă inconsistența acestei idei, demonstrînd că virusul este o proteină și încă nu una simplă, ci o nucleoproteină. Acestea sînt proteine care și-au asociat acid nucleic, reprezentînd el însuși o reunire de grupe care conțin purine, zaharuri și acid fosforic, despre care am mai discutat în legătură cu metabolismul. Cum însă atît proteinele, cît și acizii nucleici sînt produse organice de mare complexitate, virusurile nu pot fi organisme primitive, ci par mai curînd a fi organisme degenerate. În orice caz, însuși faptul că virusurile pot exista și se pot reproduce, fie și numai în alte celule, arată că funcțiile vitale elementare — creșterea și reproducerea, singurele pe care le îndeplinesc virusurile — nu au nevoie de o structură superioară unui anumit nivel biochimic minimal. Aceasta mai presupune apoi că celelalte funcții, cu un caracter mai complex, prin care ne sînt cunoscute organismele superioare, ca mișcarea și sensibilitatea, sînt derivate și s-au dezvoltat probabil mai tîrziu.

Virusurile care au abandonat asemenea funcții, dacă le-au avut vreodată, par s-o scoată la capăt cu o structură foarte economică: ele sînt cu desăvîrșire lipsite de organe, fiind constituite dintr-un singur gen de substanță chimică. Ele nu pot decît să se înmulțească, la aceasta se reduce toată „viața” lor, procesul desfășurîndu-se, de fapt, în celulele altor animale sau plante. Ele nu se pot hrăni cu substanțe avînd o organizare inferioară.

Dacă virusul este chiar atît de simplu pe cît pare, aceasta este o altă problemă. Nu este exclus să se constate că virusurile nu sînt organisme independente, ci elemente modificate ale unor celule din organismele superioare, care acționează într-un mod necontrolat pentru că se află într-un mediu neobișnuit. S-ar părea că unitatea funcțională a virusului este, în mare măsură, dacă nu integral, partea care conține acid nucleic. Particulele de virus care nu conțin acid nucleic nu produc infecții, în timp ce, după cum susține Fraenkel Conrat, preparate lipsite de proteine, deși foarte instabile, le pot produce. În cazul unei infecții normale, se pare că acidul nucleic, iese într-un mod oarecare din învelișul său

proteinic, intră în celula-gazdă și se înmulțește. Faptul că fiecare tip sau chiar tulpină de virusuri își produce o formă proprie, distinctă de proteină confirmă analogia dintre virusuri și microzomii celulei sănătoase, care au și ei rolul de a genera proteine. Există, de asemenea, o analogie între procesul de formare a virusului și fecundație, unde, după cum se pare, în ovul nu pătrunde decât ceva mai mult decât partea de acid nucleic din spermă. Sub acest aspect, ceea ce studiem noi drept preparate de virus nu sînt decât spori uscați sau stadii reziduale ale virusurilor. Riguros vorbind, ele nu sînt organisme independente.

Bacteriile autotrofe

Pe scara comportării chimice, la polul opus completei dependențe parazitare, prezentînd comparativ o independență absolută, se află bacteriile autotrofe, de genul acelor care trăiesc în sol și în izvoare calde și care pot să-și satisfacă toate nevoile din săruri simple, ca azotații și sulfații. Unele dintre ele nu au nevoie pentru a trăi nici măcar de oxigen, pe care și-l procură prin oxidarea și reducerea compușilor de fier și sulf. Aceste bacterii au o mare importanță economică, deoarece majoritatea zăcămintelor de sulf s-au constituit grație lor. Extrema lor independență denotă că ele trebuie să fie mai apropiate de organismele cu adevărat primitive decât virusurile. Totuși ele nu pot fi efectiv primitive, structura lor chimică internă nu este de fel simplă, fiind înzestrată, în vederea prelucrării substanțelor simple cu care se hrănesc, nu numai cu toate enzimele pe care le au alte organisme, ci și cu alte cîteva în plus.

S-ar părea că bacteriile primitive s-au transformat în alte organisme, care, luate separat, au o adaptabilitate chimică mai mică și nu mai mare. O bacterie autotrofă poate trăi într-un mediu cu desăvîrșire anorganic. Întregul regn animal și numeroase plante au pierdut o parte dintre aceste mecanisme și depind de mediul înconjurător din care își iau hrana gata preparată pe cale organică sau substanțele nutritive auxiliare, ca vitaminele.⁸⁻¹⁰⁰ Cele mai primitive dintre aceste organisme trăiesc pur și simplu din produsele de descompunere sau din secrețiile altor organisme, pe care le ingerează prin membranele celulare. Altele, ceva mai avansate, au găsit modalitatea de a se deplasa, cu ajutorul unor firisoare mobile, numite cili sau flageli, spre regiuni în care există mai multă hrană. Altele, tot unicelulare, ca amiba, au făcut următorul pas hotărîtor, ingerînd bucăți de hrană — substanță vie sau nevie —, adică trăind în mod parazitar pe seama altor organisme. Această tendință are un dublu efect. În primul rînd,

simplul fapt că ele găsesc această hrană, provenită din corpurile altor organisme, care conțin multe substanțe esențiale gata formate, înlătură necesitatea multor procese biochimice de care au nevoie organismele mai primitive. În consecință, ele devin mai simple din punct de vedere chimic, dar, în schimb, mai complexe din punctul de vedere al organizării și al funcțiilor lor. Ele nu trebuie să vegeteze pur și simplu, ci trebuie să aibă capacitatea de a reacționa la condițiile de nutriție; ele trebuie să se poată deplasa spre locuri în care se găsește mai multă hrană și să aibă un mijloc de a o apuca.

Importanța dimensiunilor

În acest sens, dimensiunile constituie un factor important. Micile animale unicelulare pot acționa destul de bine în imediata lor apropiere, neavând nevoie de organe de mișcare pentru a se deplasa. Pe de altă parte, dacă ele cresc, efortul de a se deplasa devine mai mare, iar dificultatea de a înghiți dintr-o dată hrana necesară întregului organism devine și ea mai mare. Există două soluții, în principiu diferite: una este ca organismul să se mențină imobil și să apuce hrana care trece pe lângă el; așa procedează, într-un mod primitiv, spongierii, într-un mod mai complicat lamelibranhiatele și crustaceele ciripede. A doua soluție constă în deplasarea după hrană, procedeu folosit de pești, reptile și, în sfârșit, de noi. Prin practicile agricole, noi am făcut și pasul următor, acela de a constrânge alte organisme să ne producă hrana. Tendința generală a evoluției este de a se îndepărta de existența pur chimică a unor unități infime spre a se ajunge la organisme din ce în ce mai organizate, coordonate și inteligente.

Evoluția biochimică și originea vieții

Toate aceste fapte denotă importanța și vechimea extraordinară a organizării chimice a materiei vii, precum și existența unei evoluții chimice a organismelor, care trebuie să fi precedat evoluția structurii, deși nu a avut, poate, o durată atât de lungă. Pentru stabilirea duratei acestui proces va trebui ca în geochimie să se obțină noi perfecționări. Deocamdată posedăm unele date, legate de repartiția izotopilor de sulf, care arată că viața biochimică, incluzând reducerea sulfului, nu a avut loc anterior precambrianului superior, adică perioadei de acum vreo 800 000 000 de ani. La începutul perioadei cambriene, cam acum 500 000 000 de ani, viața biochimică trebuie să fi fost destul de asemănătoare cu cea actuală; în intervalul de 300 000 000 de ani trebuie să fi avut loc atât evoluția biochimică, cât și cea morfologică. 6.64

Totuși, acestea sînt cifre aproximative, care vor trebui să primească confirmări din multe alte izvoare. Date directe în legătură cu această evoluție nu vom avea niciodată. Mărturiile indirecte se găsesc înscrise de fapt în constituția chimică și în sistemul de funcționare al plantelor și animalelor existente astăzi și poate că altele se vor descoperi prin analiza lanțurilor de reacții biochimice care au loc în ele și prin determinarea, pe calea raționamentelor logice, a ordinii în care ele s-au putut forma în decursul procesului evolutiv. Biochimia oferă deci indicii cu privire la originea vieții. Și viceversa: studiul originii vieții constituie un fir călăuzitor în biochimie, așa cum, în secolul trecut, studiul evoluției vieții a constituit firul călăuzitor pentru studiul morfologiei. ^{6.116}

Lumea înainte de apariția vieții

Problema originii vieții poate fi abordată, bineînțeles, pornind și de la celălalt capăt, adică de la natura lumii dinainte de apariția vieții. Aceasta este o problemă de astronomie, geologie și, în special, *geochimie*. Dezvoltarea acestei științe noi a fost determinată de cerințele de metale rare ale industriei din secolul al XX-lea; chiar înainte de a se descoperi importanța uraniului exista o mare cerere privind unele metale rare, ca vanadiul și germaniul, iar problema distribuției lor în natură a constituit o preocupare de seamă pentru geologi și chimiști eminenți, ca V. M. Goldschmidt din Norvegia și Vernadski din Uniunea Sovietică.

În evoluția fizică a unei planete în curs de răcire se formează neapărat o *hidrosferă* alcătuită din râuri și mări. Primele fenomene de viață trebuie să fi apărut în hidrosferă, unde lumina Soarelui a acționat asupra apei și mîlului. În această perioadă trebuie să se fi acumulat compușii simpli de carbon și azot din care sînt constituite organismele. Probabil că n-a existat un început precis al vieții. În starea de echilibru activ creat prin transformările continue ale diferitelor substanțe chimice, probabil că anumite cicluri au devenit stabile, perpetuîndu-se prin ele însele: molecula A producea molecula B și așa mai departe pînă la molecula Z, care, la rîndul ei, producea din nou molecula A. Se poate spune că în acest stadiu mediul întreg era viu în sens biochimic, deși încă nu existau organisme. Evident însă că o asemenea viață era supusă oricînd la dispariție. Abia atunci cînd s-au produs macromoleculele polimere — proteinele sau antecesorii lor — aceste mici universuri de procese chimice au putut să se asocieze, să se desprindă din apa înconjurătoare și să devină organisme primare, iar din unul dintre ele a ieșit întreaga

viață de mai târziu. Acest proces s-a putut produce pe una dintre căile indicate, acum 30 de ani, de Oparin^{6.114} și Haldane.^{6.94}

Generația spontanee

Este interesant de observat, în ce privește evoluția gândirii în ultima sută de ani, că, de unde inițial demonstrarea existenței sau inexistenței generației spontanee a vieții era considerată ca o problemă esențială, astăzi apariția spontană a vieții pe pământ este un fapt acceptat și nu mai stârnește discuții. În momentul de față știm că ideile acelor care voiau să dovedească acum o sută de ani generația spontanee erau, de fapt, mult mai absurde decât visurile alchimistilor. În același timp, știm că această problemă nu este insolubilă. Numai că rezolvarea ei este mult mai dificilă decât ne-am închipuit și va trebui abordată într-un mod cu totul diferit.

Folosirea proceselor biochimice

Intr-adevăr, nu pare probabil că vom fi în stare să creăm viața în mod artificial. Ceea ce este însă mult mai probabil și ceea ce s-ar putea chiar să se obțină în câțiva ani este realizarea efectivă, în folosul nostru, a multora dintre funcțiunile vieții prin mijloace pur artificiale, îndeosebi a funcțiunii esențiale: fotosinteza materiilor organice. Dacă am putea să utilizăm lumina Soarelui care cade astăzi pe Pământ și s-o transformăm direct, fără mijlocirea plantelor, în hrană pentru oameni, s-ar rezolva dintr-o dată una dintre problemele fundamentale ale economiei mondiale și s-ar asigura posibilitatea expansiunii nelimitate a rasei umane. Și aici putem vedea legătura dintre obținerea de cunoștințe și creșterea puterii omenești. Pentru a putea spera să reproducem vreuna dintre caracteristicile organismelor vii, trebuie mai întâi să înțelegem modul în care se conduce organismul viu, ceea ce cere o uriașă muncă de cercetare, orientată cu preponderență nu spre rezolvarea acestei probleme, ci pur și simplu spre descoperirea unor relații care vor fi folosite mai târziu pentru rezolvarea ei.

11. 4. Biochimia în medicină

După cum am arătat mai înainte (p. 612), imboldul inițial pentru cercetările de biochimie l-a dat medicina. Biochimia, sub formă de chimie fiziologică, a dobândit importanță în secolul al XX-lea, grație, în bună măsură, faptului că ea a marcat a doua etapă a marii revoluții din medicină, anunțată în secolul al XIX-lea de opera lui Pasteur. Primii bacteriologi se

multumeau să lucreze cu metode pur biologice, folosind drept remedii vaccinuri sau seruri imune preparate chiar din bacteriile respective. Mai târziu, dorința de a obține rezultate mai sigure a dus la un studiu mai aprofundat, al mecanismului chimic al acestor tratamente. Acesta s-a îmbinat cu o altă direcție în cercetări, izvorâtă din studiul bolilor de carență și al tulburărilor de metabolism, care de asemenea s-au dovedit a avea o bază chimică. Biochimia a constituit legătura comună care a reunit toate aceste cercetări.

Cu cât boala este studiată într-un mod mai științific, cu atât apare mai limpede că ea este legată de o comportare biochimică anormală a umorilor celulelor și țesutului, influențând echilibrul transformărilor moleculare pe care noi le numim viața. Această influență poate fi brutală, cum se întâmplă în cazurile în care o leziune sau o inflamație rupe o legătură vitală și oprește complet nutriția, ca în cangrenă sau într-o pneumonie, sau poate fi imperceptibilă, cum se întâmplă în cazul modificărilor degenerative care produc diabetul. Se spune că organismul, sau o parte a lui, este bolnav atunci când îi lipsește o substanță chimică de care are nevoie sau când primește vreo substanță care îi tulbură funcționarea.

Cu excepția afecțiunilor psihice, toate celelalte boli se datoresc, în ultimă analiză, inaniției sau otrăvirii. Ele se pot împărți pe grupe, după modul în care otrava pătrunde în organism sau după cauza care determină lipsa substanței respective. Aceste grupe — patru la număr — nu sînt exclusive, putînd duce una la alta și, din nenorocire, putînd exista toate laolaltă. Ele sînt: 1) bolile infecțioase sau parazitare; 2) bolile de carență, externă sau internă; 3) bolile tumorale sau cancerale, care, atunci cînd le vom cunoaște mai bine s-ar putea să intre într-una din primele două grupe; și, în sfîrșit, 4) bolile în care tulburările mintale de origine socială pot modifica echilibrul chimic al organismului. În secolul nostru, cu deosebire în ultimele două decenii, s-au realizat progrese importante în prevenirea și vindecarea bolilor din toate grupele, dar mai ales în aceea a bolilor din primele două.

Această clasificare a bolilor are un caracter provizoriu, dar am făcut-o aici pentru a pune în lumină progresele realizate în secolul al XX-lea în ceea ce privește înțelegerea și vindecarea bolilor prin folosirea biochimiei. N-aș vrea să las însă impresia că boala nu este decît o simplă răsturnare a unui echilibru chimic din organism, care poate fi restabilit printr-o substanță chimioterapeutică specifică, sau, în limbajul curent, printr-o nouă sticlură cu doctorie. Folosirea biochimiei reprezintă totuși un progres important. Ea a adus o contribuție uriașă la combaterea bolilor, punînd în mîna medicului noi arme tactice; ele nu pot înlocui însă strategia generală a unei campanii îndelun-

gate de întreținere a sănătății. Aceasta vizează ființa omească în întregul ei, împreună cu mediul ei economic și social, elementele ei de bază fiind : hrana bună, munca în condiții sănătoase, relațiile de tovărășie, încrederea activă și rațională în viitor. În lipsa acestora, toate victoriile științei biochimice sînt simple paliative ; dacă se realizează aceste condiții, progresele biochimiei oferă un scut din ce în ce mai sigur împotriva accidentelor provocate de infecțiile externe sau de deficiențele interne.

Antibioticele

Pentru combaterea bolilor infecțioase, în care toxinele celulare sînt produse de organisme străine ce trăiesc în corp, medicina secolului al XX-lea, menținînd și perfecționînd toate metodele lui Pasteur, a intrat într-o nouă etapă. Și în momentul de față este tot atît de necesar ca oricînd înainte să împiedicăm pătrunderea microbilor și a paraziților în organism, dar astăzi se poate lupta cu tot mai mult succes împotriva lor chiar și după ce au pătruns în organism. Eforturile îndreptate în această direcție au dat un puternic impuls studiului acțiunii directe a unor substanțe chimice specifice asupra microorganismelor și asupra gazdelor lor, în special omul. Deși obiectivul inițial al acestor studii a fost învingerea bolilor, un alt obiectiv deosebit de important și, fără îndoială, mult mai generos finanțat a fost acela al provocării de boli prin gaze toxice sau, în prezent, prin otrăvuri radioactive și atacuri bacteriologice masive.

De cînd Pasteur a descoperit bacteriile a apărut speranța că se vor putea găsi substanțe chimice în stare să ucidă bacteriile din corpul pacientului fără a-l ucide și pe pacient. Atunci cînd organismele patogene erau de un tip foarte sensibil la acțiunea substanțelor chimice, ca tripanozomii bolii somnului sau spirocheții sifilisului, exista o oarecare speranță că se pot obține efecte bune cu unii compuși anorganici simpli, în special compuși ai metalelor grele. În secolul al XIX-lea s-a constatat că această presupunere este îndreptățită (p. 462), dar în general combaterea bolilor provocate de bacterii s-a dovedit mult mai grea.

Primul succes a fost realizat prin încercarea de a se verifica dacă substanțele chimice care colorează bacteriile în experiențele făcute pentru identificarea lor n-ar putea fi întrebuințate de asemenea pentru depistarea lor în organism și pentru uciderea lor. Aceasta a fost originea primului grup de substanțe chimioterapeutice, sulfamidele, produse pentru prima oară de Domagk în 1932.

N-a trecut multă vreme și s-a produs descoperirea epocală a penicilinei. Această descoperire ilustrează cât se poate de bine forța și slăbiciunea organizării științei în secolul al XX-lea. În 1928, Fleming a observat că unele dintre culturile sale de bacterii apăreau mâncate în diferite locuri ; fiind un observator destul de bun, și-a dat seama că acest fenomen se datora apariției pe lamele de cultură a unui mucegai, care părea să secreteze o substanță bactericidă. Acest mucegai a fost greșit identificat de micologi și vreme de aproximativ zece ani nimeni nu s-a gândit că ar merita să fie studiat mai îndeaproape. Nu rezultă de aici că această observație n-ar fi interesat pe nimeni dacă ea ar fi fost cunoscută ; dimpotrivă, numeroși oameni de știință erau în căutarea unei substanțe netoxice, care să distrugă bacteriile. Ceea ce lipsea era o organizație care să descopere și să dezvolte niște începuturi promițătoare. Observația lui Fleming a fost folosită abia după zece ani, când Florey și Chain, stimulați de succesul obținut de sulfamide, au întreprins cercetări sistematice pentru descoperirea de antibiotice naturale. Marea eficacitate a extractelor de *Penicillium notatum* a dus imediat la un efort concentrat al chimiștilor pentru separarea principiului activ în scopul de a verifica dacă el era toxic numai pentru bacterii și nu și pentru gazde. Experiențele făcute asupra animalelor au fost atât de promițătoare, încât s-au depus eforturi ca să se prepare acest medicament în cantități suficiente pentru tratarea oamenilor. Aceasta a fost, firește, un fel de joc de noroc, deoarece valoarea medicamentului nu putea fi dovedită decât preparând cantități suficiente ca să se trateze cazuri grave pînă la vindecarea lor completă, iar apoi să se trateze destul de multe cazuri pentru a se dovedi că efectele nu s-au datorat unei simple întâmplări.

Pînă s-a reușit să se dovedească valoarea clinică a medicamentului a izbucnit războiul, iar fazele următoare ale purificării și fabricării pe scară mare au fost desăvîrșite într-un ritm extrem de rapid, care n-ar fi fost niciodată realizat în timp de pace. S-a depus un efort concentrat în domeniul chimiei, biologiei și medicinei, o muncă intelectuală de o intensitate comparabilă doar cu aceea a muncii consacrate producției bombei atomice. A fost o acțiune executată în mare grabă, în care s-au folosit probabil mult mai mulți oameni de știință decât era strict necesar, dar ea a fost dusă la capăt. Dacă ar fi fost lăsată să se desfășoare în ritmul obișnuit, s-ar fi economisit, poate, multe ore de muncă, dar în schimb ar fi pierit multe mii de oameni. De altfel, nu este de loc sigur că fără război producția de penicilină ar fi luat vreodată dezvoltare. La început, cercetările nu se arătau a fi deosebit de promiță-

toare, astfel că părea greu să se găsească fondurile necesare pentru a fi duse pînă la punctul în care să-și dovedească eficacitatea. După ce penicilina a fost preparată, au mai rămas de îndeplinit trei sarcini : să se descopere ce anume este ea, cum se prepară pe cale sintetică și în ce constă acțiunea ei bactericidă. Prima sarcină a fost îndeplinită în 1944 ; descoperirea formulei amănunțite a penicilinei s-a datorit, în mare măsură, folosirii metodei de analiză cu raze X ; ^{6.84a} a doua sarcină îi ține și acum în impas pe chimiști ; în îndeplinirea celei de-a treia s-au făcut oarecare progrese. Aceasta este evident cea mai importantă sarcină dintre toate, deoarece descoperirea modului în care o moleculă chimică atacă o bacterie ar permite să se elaboreze o moleculă care să acționeze tot atît de bine sau chiar mai bine și care să poată fi produsă mult mai ușor și mult mai ieftin. Există, în prezent, unele dovezi că eficacitatea moleculei de antibiotic provine din marea ei asemănare, dar nu identitate, cu aceea a hranei normale a bacteriei, astfel că, fiind ingerată, ea își produce efectul.

Întîmplarea și planificarea în progresul științific

Descoperirea penicilinei este adeseori invocată pentru a se dovedi că descoperirile importante se produc din întîmplare. La aceasta se poate răspunde că un anumit concurs de împrejurări care duce la reușită este întîmplător, dar că această întîmplare este favorizată prin crearea posibilităților, în primul rînd, de a se face descoperirea, iar în al doilea rînd de a fi perfecționată de oameni pe care îi interesează (p. 441). De îndată ce penicilina a fost descoperită, a fost relativ ușor să se găsească în natură alte substanțe care să poată produce aceleași efecte sau chiar mai bune, și astfel s-a deschis un întreg domeniu nou al antibioticelor : streptomicina, aureomicina, cloromicetina etc., etc. Chiar și astăzi căutarea de antibiotice seamănă mai mult cu o goană după aur decît cu o acțiune de investigație științifică orientată rațional. Oamenii de știință și firmele farmaceutice care îi finanțează sînt atît de absorbiți de interesul de a obține un antibiotic nou, încît sacrifică posibilitatea unor descoperiri fundamentale, ca aceea a originii și a modului de acțiune a antibioticelor, căutării febrile, într-un grup foarte mare de organisme, a unei substanțe eficace. Este caracteristic pentru atitudinea față de descoperiri a capitalismului monopolist faptul că, deși întreaga muncă legată de producția penicilinei a fost efectuată în primul rînd de medici și cercetători britanici, care au publicat fără rezerve rezultatele cercetărilor lor, fabricarea efectivă a penicilinei este garantată

de brevete americane, astfel că pentru fiecare unitate de penicilină întrebuințată în țara ei de baștină trebuie să se plătească tantieme întreprinderilor chimice americane.

Originea bolilor de carență

Problemele puse de a doua grupă de boli au mai fost expuse, în linii generale, cu prilejul discuției asupra vitaminelor și hormonilor, a căror descoperire a însemnat una dintre principalele realizări ale biologiei secolului al XX-lea (p. 618). Din aceste studii începe să se desprindă o imagine mai generală a comportării chimice și a controlului organismelor. Animalele și plantele superioare au evoluat de la forme simple, care aveau, probabil, aceeași capacitate chimică generală ca și bacteriile de astăzi. Ele puteau produce din molecule anorganice simple toate substanțele complicate de care aveau nevoie. Când organismele au devenit mai complicate, unele dintre celulele lor au încetat să producă multe substanțe specifice — îndeosebi coenzime, ca vitamina B₆, sau acidul nicotinic —, precum și unii hormoni mai complicați, ca insulina. Aceasta nu avea prea mare importanță, deoarece organismele respective își dezvoltaseră sisteme circulatorii, astfel că un mic număr de celule specializate în fabricarea acestor substanțe puteau satisface nevoile întregului organism. Animalele și unele plante ca ciupercile au evoluat în continuare: ele ingerează materia organică pentru a le servi drept hrană, vitamine și toate celelalte, astfel că nu mai au nevoie să și le prepare singure. Atâta vreme cît provizia de hrană le satisface nevoile, iar grupele de celule sau glande specializate funcționează normal, totul merge bine. Dacă se produce însă o defecțiune sau alta, celelalte celule, care au pierdut elasticitatea chimică a organismelor simple, suferă din ce în ce mai mult, iar în cele din urmă cele mai slabe cedează și animalul întreg moare.

Bolile cronice ca deficiențe ale metabolismului

După succesele realizate la începutul secolului nostru în domeniul înțelegerii și al tratamentului unor boli de carență externă, ca scorbutul (vitamina C) și beri-beri (vitamina B), și de carență internă, ca gușa (tiroxina) și diabetul (insulina), a început să apară limpede că multe dintre bolile cronice sînt boli de carență, chiar dacă, în unele cazuri, carența poate fi efectul unei infecții anterioare. Aceasta a dat impuls cercetărilor în vederea descoperirii substanței care lipsește și care ar putea combate maladia. Ultimele succese au fost obținute în anemii pernicioasă (vitamina B₁₂) și în artrism (cortizonul și

ACTH). Mai trebuie să se facă cercetări pentru a se stabili dacă sclerozarea generală a țesuturilor și arterelor sau depunerile anormale de grăsimi, care provoacă hemoragii cerebrale și boli de inimă, se datoresc lipsei unor hormoni sau prezenței unor substanțe toxice în alimentație. ^{6.75}

Datorită mai ales faptului că aceste boli predomină la vîrstele mai înaintate, un succes în acest domeniu se poate dovedi tot atît de important pentru secolul al XX-lea ca cel realizat în cazul bolilor infecțioase acute în secolul al XIX-lea. Oamenii vîrstnici constituie, în cadrul populației industriale moderne, un contingent mai mare decît oricînd în trecut și, dacă s-ar putea ca vîrsta să nu mai fie însoțită de infirmitățile și moartea prematură datorite bolilor cronice, fericirea și capacitatea oamenilor ar crește considerabil. În viața de toate zilele, bolile nu se pot încadra atît de precis în anumite categorii. Infecțiile produc carențe, acestea îl predispun pe individ la infecții. Și unele, și altele sînt influențate de condițiile de locuit și de muncă, de influențe psihologice și de alte influențe sociale. Problemele sănătății vor depăși întotdeauna posibilitățile de rezolvare care țin numai de medicină și de biochimie. Fără biochimie însă, nu este posibilă nici o soluție serioasă.

Industria biochimică

Succesele aplicării biochimiei în medicină și agricultură au dat naștere acum, către mijlocul secolului nostru, unei industrii noi și importante, aceea a produselor chimice de sinteză fină (p. 463). Dar ceea ce s-a făcut pînă acum nu este decît un început. S-ar putea face mult mai mult, și încă repede, dacă s-ar consacra un efort mult mai mare cercetărilor în chimioterapie și dacă, pe baza acestor cercetări, s-ar construi o industrie care, mai mult decît oricare alta, ar trebui să fie proprietate publică, deoarece de ea ar depinde sănătatea și viața oamenilor. O astfel de industrie nu ar acționa numai prin mijloace chimice convenționale: ea ar tinde în mod necesar să se bazeze tot mai mult pe microbiologie, făcînd legătura, pe de o parte, cu industriile tradiționale ale berei și pîinii și, pe de altă parte, cu agricultura.

11. 5. Structura și dezvoltarea organismelor: cîtologia și embriologia

Biochimia studiază viața pornind de la nivelul moleculei; acesta este motivul, pentru care biochimia a apărut destul de tîrziu. Chimia a început să indice căi eficiente de abordare a problemelor biologice abia în ultimii 50 de ani, datorită, în mare măsură, studiului enzimelor. Primele contacte între biolo-

gie și chimie au fost de un ajutor neprețuit pentru progresul chimiei, dar au adus contribuții înfime în domeniul biologiei. Argumentele folosite de Darwin în „Originea speciilor” nu s-au întemeiat pe cunoștințe de chimie. Metodele biochimice n-au înlocuit în nici un fel metoda mai veche a studiului direct al organismelor ; ele au servit mai curînd la completarea cercetărilor și la o mai bună interpretare a lor. În secolul al XX-lea, metodele observației și disecției au făcut de asemenea progrese uriașe, lărgind pas cu pas limitele observației la microscop. Structura internă a celulelor a fost treptat lămurită, la început numai prin observație, iar apoi prin observație îmbinată cu experimentarea. S-au studiat, de asemenea, nucleul cu cromozomii săi și incluziunile citoplasmatiche, ca mitocondriile și plastidele, atît în celula în repaus, cît și, mult mai clar, în celula care se divide. Interesul pentru această problemă a crescut considerabil cînd Morgan a arătat în 1910 că cromozomii celulei sînt strîns legați de moștenirea caracterelor specifice, studiată încă de Mendel în teoria sa asupra eredității (p. 676).

Microscopae noi

Dezvoltarea fizicii a creat între timp numeroase instrumente noi. Timp de 60 de ani, vechiul microscop optic n-a suferit aproape nici un fel de schimbare, pînă cînd, în 1940, a apărut un nou microscop, mult mai puternic, microscopul electronic (p. 558). La aceasta s-au adăugat cîteva modificări noi aduse microscopului obișnuit, care au fost stimulate de concurența instrumentului electronic. Cele mai importante tipuri de microscop create au fost microscopul cu contrast de fază și cu interferență, cu ajutorul cărora s-au putut studia celulele vii ; pînă atunci celulele trebuiau să fie moarte și colorate. Au urmat apoi microscopae cu reflexie de raze ultraviolete și infra-roșii, cu ajutorul cărora s-au putut desluși detalii care, altfel, ar fi fost invizibile ; acestea au putut fi folosite și la studiul compoziției chimice a structurilor celulare.

La aceste microscopae se observă că celula are o structură extrem de complicată, dar totodată regulată. Acum s-a putut vedea că ea constă dintr-o totalitate de părți distincte și mai mici de tipuri diferite, sau organite, a căror structură este cunoscută azi cam pînă la nivelul dimensiunilor moleculare. Unele dintre ele, ca, de pildă, cromozomii din nucleu și cromozomii din citoplasmă, conțin acid nucleic, avînd un anumit rol în reproducere și în sinteza proteinelor. Altele, ca mitocondrii, par să îndeplinească funcțiuni enzimatice și metabolice. Altele, ca aparatul lui Golgi, pot dirija diviziunea celulelor. Fiecare organit are el însuși o structură internă, alcătuită în

măsură preponderentă din complicate membrane lipoide bimoleculare în formă de cute. Cunoștințele noastre despre celulă se află încă în faza copernicană sau kepleriană, în nici un caz în cea newtoniană. Putem observa ceea ce este vizibil în celulă, putem observa, de asemenea, modificările chimice și morfologice care se produc în organismele formate din celule, dar legătura dintre organisme și celulele respective scapă încă observației noastre. Afirmatia, ca atare, că această legătură există, că cromozomii celulelor conțin caracterele animalelor nu constituie în sine o explicație. Dacă am acceptat-o în forma aceasta, cercetările s-ar putea mărgini la căutarea altor exemple pentru confirmarea legilor genetice (p. 676 și urm.).

Diviziunea celulei și creșterea

Una dintre cele mai importante părți ale citologiei este studiul amănunțit al celulelor reproductive, al fecundării și al înmulțirii celulelor în vederea formării unui nou organism. Preocuparea pentru dezvoltarea unui animal din ou se întinde încă la începuturile științei. În secolul al XVIII-lea au fost exprimate păreri contradictorii în această problemă; *pre-formiștii* credeau că întregul organism se găsește comprimat în ou, în timp ce *epigenetiștii* susțineau că fiecare organism este format din nou prin acțiunea unui spirit creator.^{6.110}

O altă versiune a aceleiași discuții contradictorii a fost reluată, spre sfârșitul secolului al XIX-lea, de către *mecaniciștii*, care căutau să arate că dezvoltarea fiecărui individ, începând cu faza sa ovulară, este complet determinată, în timp ce *vitaliștii* susțineau că fiecare parte a oului are o capacitate potențială de a se dezvolta, sub influența unui factor creator, până la faza de organism complet. În 1891 vitaliștii au înregistrat un succes prin demonstrarea de către Driesch (1867—1941) a faptului că oul ariciului de mare, împărțit în două, a dat naștere la două larve complete și nu la jumătăți de larvă. Dar și mecaniciștii au înregistrat un succes atunci când Loeb (1859—1924) a arătat, în 1900, că se poate provoca producerea unui organism complet dintr-un ou nefecundat, supunându-l unui tratament chimic. Unele dintre aceste contradicții au fost înlăturate când Spemann, Holtfreter și Mangold au demonstrat în 1931 că anumiți stimuli chimici sau mecanici, aplicați unui ou nediferențiat, pot determina formarea unui organism întreg, în timp ce alți stimuli, acționând doar într-o fază mai târzie, când organismul a început să crească, pot produce diferite părți ale lui, ca de pildă, un ochi, un membru și chiar ochi și membre suplimentare.^{6.108} Natura acestor „organizatori” este încă obscură. Ei pot prezenta o anumită similitudine cu hormonii sexuali, despre care s-a constatat că, la pubertate.

produc caracterele sexuale secundare, schimbări care, de fapt, pot fi considerate transformări embrionare amânate pînă la o fază mult mai tîrzie a dezvoltării individului.

Aceste studii de embriologie chimică par să arate că procesul general de dezvoltare a organismelor este dirijat, probabil, de factori chimici, la fel ca metabolismul lor normal. Rămîne însă deschisă problema factorului care determină apariția succesivă a diferiților organizatori sau hormoni în diferitele faze ale dezvoltării organismului. Unde anume se află în organism regulatorul dezvoltării, atît al creșterii neciclice, cît și al modificărilor sexuale ciclice? În orice caz, apare limpede că acest dispozitiv este foarte primitiv, deoarece el este distribuit universal și prezența lui se observă deopotrivă la plante și la animale.

Culturi de țesuturi și de organe

În cursul secolului nostru, studiul experimental al creșterii și diferențierii la toate nivelurile a luat un avînt din ce în ce mai mare. Cunoscînd metodele de cultură a tuturor țesuturilor și organelor, R. G. Harrison, în 1907, și Fell, în 1928 au trecut de la studiul dezvoltării oului și a embrionului la acela al dezvoltării organismelor superioare. Aceste studii au arătat că creșterea și diviziunea celulelor continuă chiar și după ce ele au fost scoase din corp, menținîndu-și, în cele mai multe cazuri, caracterele. Celulele musculare rămîn mușchi, celulele osoase rămîn tot os. S-ar părea că există un sistem de reglare internă, de natură chimică, avînd rolul de a dirija creșterea celulelor la animalele sănătoase și de a împiedica celulele să se stingherească una pe alta *.

Cancerul

Aceste studii sînt întreprinse astăzi în mare măsură sub imboldul încercării de a combate al treilea grup de boli, cele determinate de creșterea neregulată a celulelor. Sub denumirea generală de *cancer*, aceste boli au devenit o teroare crescîndă pentru omenire, îndeosebi pentru oamenii din civilizațiile industriale, unde, prin creșterea vîrstei medii de viață, o cîtime mai mare din populație este expusă atacului lor. Canceresele se deosebesc de celelalte boli prin faptul că, cel puțin în fazele inițiale, sînt strict localizate. Ele sînt boli ale celulelor, care se transmit de la o celulă la altă și par să se răspîndească în întreg corpul mai ales prin transportul de celule; înmulțirea lor formează tumorile caracteristice bolii. Se pare că nu este afectată celula în ansamblul ei, ci numai nucleul, ceea ce duce

la diviziuni celulare neregulate, care sînt, în general, excepțional de numeroase.

Din punct de vedere medical, un tratament al cancerului încă nu este cunoscut, în afară de acele intervenții chirurgicale, care reușesc prin faptul că, atunci cînd este posibil, înlătură partea bolnavă. În orice caz, cunoașterea naturii cancerelor progresează în așa fel, încît pare probabil ca într-un viitor destul de apropiat să se ajungă la obținerea unui anumit control asupra acestei boli; aceasta însă nu se va putea realiza decît dacă cercetările și aplicațiile practice ale cercetărilor în cazurile de cancer vor fi efectuate mult mai energic, mai organizat și mai științific decît sînt efectuate în prezent. Fără îndoială, este cît se poate de firesc ca, în fața unei boli atît de îngrozitoare, eforturile să se îndrepte în primul rînd spre terapie, și abia în al doilea rînd spre înțelegerea fenomenului care se petrece, dar aceasta este o atitudine lipsită de perspectivă. Controlul și înțelegerea au o importanță egală. „Practica fără teorie este oarbă, teoria fără practică este sterilă“.

Noi linii de atac

În munca de cercetare științifică se pare că trei linii fundamentale converg spre rezolvarea problemei cancerului. Multă vreme s-a crezut că tumorile canceroase sînt provocate de anumite substanțe chimice; încă în secolul al XVIII-lea, observația lui John Hunter (1726—1797) asupra unor cazuri de cancer la coșari atrăseseră atenția asupra produselor de gudroane ca fiind asemenea substanțe; ipoteza a fost apoi confirmată. Acțiunea unor factori asemănători este presupusă și în cazul legăturii aparente dintre fumat și cancer. Dacă însă cancerul poate fi provocat de substanțe chimice, atunci se poate prea bine ca el să fie vindecat tot prin asemenea substanțe. Problema reală constă în administrarea substanței chimice la locul în care acțiunea ei este mai eficace împotriva celulelor canceroase, fără a vătăma celulele sănătoase. O soluție aplicată multă vreme, fără a fi fost destul de bine înțeleasă, a constituit-o tratamentul cu raze X și cu raiu. Astăzi, așa cum apare din lucrările lui Lea, Bonét-Maury, Magat și alții, se consideră că aceste radiații nu acționează direct, ci prin producerea unor radicali chimici puternici, cum este OH, avînd o mai mare eficacitate atunci cînd atacă celulele cu diviziune rapidă decît pe cele normale.^{6.99} Dacă s-ar merge în mod mai rațional pe această linie, s-ar ajunge, poate, la o soluție a problemei cancerului*.

În al doilea rînd, compușii care produc cancere au o strînsă legătură cu unii hormoni, în special cu hormonii sexuali, care produc ei înșiși înmulțirea celulelor; există cel puțin un tip de

cancer, cancerul prostatei la bărbați, care a fost efectiv vindecat prin aplicarea hormonilor sexuali. În al treilea rînd, cancerul este foarte strîns înrudit cu unele tipuri de boli virotice. De fapt, este greu de stabilit unde sfîrșește boala virotică și unde încep cancerurile, mai ales în cazul unor tipuri de cancer la animale. Astfel, studiul cancerului este strîns legat atît de biochimie și citologie, cît și de studiul virusurilor, iar la rezolvarea acestei probleme se poate nădăjdui efectiv numai dacă se va depune un efort incomparabil mai mare și mai sistematizat în cercetările din toate aceste domenii, chiar dacă acestea n-ar fi întreprinse în legătură cu problema cancerului.

11. 6. Organismul ca un întreg și mecanismele lui de control

Una dintre principalele controverse dintre mecaniciști și vitaliști, care a atins punctul culminant în secolul al XX-lea, a fost concepția despre organism ca un întreg. Acesta nu este decît un alt aspect al străvechiului conflict, datînd din vremea grecilor antici, dintre formă și materie. Concepția pitagoreico-platoniciană era că fiecare organism, ca individ, trebuie să aibă ceva care să corespundă acestei individualități : suflet, psiche sau suflu de viață (p. 123). Aceasta este o idee veche, de origine magică, căreia grecii i-au dat o bază rațională și pe care arabii au transmis-o științei moderne. Cei care, ca budiștii primitivi, nu găseau nici o dovadă a existenței sufletului căutau să găsească o altă cauză logică a unității și a finalității aparente a animalelor. Soluția care a apărut în mod firesc în Renaștere, pe care Descartes a susținut-o cu înfocare, a fost aceea că animalele sînt niște mașini. Cu oamenii, firește, lucrurile stau altfel : în ei dumnezeu a sădit un suflet rațional (p. 308).

Vitalismul și mecanicismul

În știința modernă, deosebirea dintre aceste două concepții are, din punct de vedere filozofic, un caracter fundamental. Credința în suflet oferea o explicație, satisfăcătoare în sine, a comportării, care nu necesita cercetări mai profunde, întrucît orice acțiune a corpului, ca întreg, era atribuită activității sufletului, iar acesta, fiind spiritual, se afla dincolo de investigația științifică. Pentru a explica însă această comportare fără a recurge la suflet, era nevoie de o analiză mult mai atentă a modului de funcționare a mecanismului corpului și trebuia să se recurgă la cercetarea experimentală. În practică, deosebirea era mai mult aparentă decît reală ; vitaliștii, deși nu simțeau personal nevoia unor explicații, erau siliți să stu-

dicte organisme vii pentru a dovedi că interpretarea pe care mecaniciștii o dădeau funcționării acestora era greșită ; în felul acesta, ei sfidau neîncetat școala mecanicistă, ceea ce a constituit un puternic stimulent pentru noi descoperiri. Fapt este că, din secolul al XVII-lea pînă aproape de sfîrșitul secolului al XIX-lea, cunoașterea în domeniul fiziologiei animale nu progresase suficient pentru a putea oferi o explicație cu adevărat rațională a modului cum funcționează animalul ca un întreg, lăsînd astfel drum liber explicațiilor de tip spiritualist (p. 272).

Cercetările întreprinse în secolul al XX-lea au fost determinante pentru găsirea unei explicații raționale și materialiste. Anticii atribuiău menținerea funcțiunilor vitale ale animalului, ca respirația, digestia, excreția, unui suflet vegetativ, inferior, în opoziție cu sufletul animal, mai nobil, care comandă mișcările exterioare (p. 161). Pînă în secolul al XIX-lea n-a putut fi găsită o explicație mai bună, și chiar în momentul de față explicația este în mare măsură încă neclarificată. Totuși, prin observație și experiențe au fost lămurite multe probleme.

Respirația și digestia

La vechiul impuls dat de medicină s-a adăugat în ultimii ani o nouă tendință, născută din nevoia de a birui condițiile anormale cărora oamenii trebuie să le facă față într-o lume mecanizată și militarizată. Limitele rezistenței organismului față de presiunile la care este supus prin scufundare la adîncimi mari și la anoxemie în cazul zborurilor la înălțimi mari sau al alpinismului au condus la cercetări intense ale funcțiunii respiratorii, cercetări efectuate în mare măsură din fondurile statului, deoarece priveau posibilitățile de supraviețuire a minerilor prinși în minele prăbușite sau a echipajelor din submarine și avioane. J. S. Haldane (1860—1936) și fiul său J. B. S. Haldane au cercetat, prin măsurători și prin experiențe eroice efectuate chiar asupra lor, ^{6.95} limitele rezistenței omului față de diferitele concentrații de gaze, dînd o descriere rațională a modului cum luptă corpul cu variațiile considerabile ale mediului în care se află. Acest proces s-a dovedit a fi atît de complex, implicînd plămîinii, inima, nervii și creierul, încît J. S. Haldane s-a mulțumit să-i dea o explicație supranaturală, deși fiul său l-a găsit perfect compatibil cu materialismul.

Studiul digestiei, abordat fără metodă de-a lungul veacurilor, a primit două impulsuri noi : unul, despre care am mai vorbit, din partea biochimiei ; celălalt, din partea fiziologiei experimentale. Metodele biochimiei au lămurit problema descompunerii succesive a substanțelor alimentare prin enzime — ptialina, pepsina și tripsina —, a absorbției produselor di-

gestiei de mucoasele intestinale și apoi a transformării și depozitării lor în ficat. Acestea toate sînt activități chimice individualizate, care pot fi studiate pe preparate izolate. Pentru coordonarea lor însă trebuie să se studieze animalul ca întreg.

Pavlov

Este tocmai ceea ce a făcut Pavlov (1849—1936), inaugurînd o nouă eră în fiziologie. Nou'nu a fost faptul că a făcut observații și experiențe; în această privință i-a urmat pe Spallanzani (1729—1799) și Beaumont (1785—1853). Aportul lui constă mai ales în inițierea și realizarea unui nou gen de cercetări fiziologice, cantitative și sistematice. Geniul lui Pavlov a constatat în capacitatea lui de a sesiza și de a urmări o reacție secundară în cursul unei experiențe pe care o făcea pentru a găsi răspunsul la o anumită problemă. Astfel, de la determinarea vitezei de secreție a sucului gastric, el a ajuns să descopere reflexul condiționat, despre care voi vorbi mai târziu. El a stabilit că digestia nu este un simplu proces de bucătărie chimică în stomac, ci o reacție foarte complexă a întregului animal la acțiunea stimulilor asupra stomacului, gurii, nasului și ochilor, acțiune transmisă atît prin intermediul sistemului nervos central, cît și al sistemului nervos vegetativ. Unitatea organismului rezidă chiar în structura lui, ea însăși fiind rezultatul unei lungi evoluții.

Prin studii clinice, experimentale și biochimice s-au făcut progrese asemănătoare și în cunoașterea altor funcțiuni ale organismului, descoperindu-se interacțiuni din ce în ce mai complexe. Această descoperire a complexității nu reprezintă un pas înapoi, căci fiecare nouă descoperire adîncește înțelegerea și posibilitățile de dirijare a fenomenelor. Astfel, Needham,^{6,110} în studiile sale de biochimie comparată a excreției, a demonstrat succesiunea evolutivă a acestui proces. Animalele simple din mediul acvatic elimină azotul sub formă de amoniac, deoarece el poate fi înlăturat ușor de apă. Majoritatea animalelor mari, inclusiv mamiferele, elimină azotul sub formă de uree relativ insolubilă, care se poate depune fără a vătăma țesuturile. La reptile și păsări, faza finală a excreției o constituie producția de acid uric, substanță insolubilă, care, după părerea lui Needham, a apărut pentru a economisi cantitatea foarte limitată de apă de care dispune animalul pentru dezvoltarea lui în ou.

Endocrinologia

Cel mai însemnat dintre toate progresele recente a fost studiul acțiunii organelor endocrine — glandele cu secreție internă care produc hormonii despre care am vorbit mai înainte (p. 637). Aceste glande nu sînt unități izolate; ele, la rîndul

lor, răspund altor stimuli chimici sau nervoși, fiind regulatorii chimici ai întregului organism. Ele au sarcina nu numai de a contribui la menținerea stării normale și la creștere, ci și de a răspunde la stimuli interni și externi. Una dintre primele acțiuni observate de acest fel a fost aceea a adrenalinei, secretată în stare de spaimă sau de supărare și care provoacă o reacție eficace a întregului organism : fie fuga, fie lupta.

Alte cercetări, în special cele asupra hormonilor sexuali, arată că mecanismele chimice de control sînt mult mai complicate. Nu numai că fiecare hormon are o acțiune specifică, dar el reacționează și împreună cu alte glande producătoare de hormoni, stimulîndu-le să-și sporească sau să-și reducă producția de hormoni. Într-adevăr, se pare că există un sistem hormonal general, sau *endocrin*, dirijat din punct de vedere chimic de glanda hipofiză, situată la baza creierului, care poate secreta mai multe duzine de hormoni diferiți, influențînd alte glande din diferite părți ale organismului. De altfel, sistemul nervos și cel endocrin se află într-o permanentă interacțiune complexă. Hormonii influențează emoțiile și, reciproc, emoțiile influențează producerea hormonilor.

S-ar părea că organismul posedă două *sisteme de comunicații*, care se dublează unul pe altul : un sistem poștal lent, de transmitere a mesajelor chimice, și un sistem telegrafic rapid, nervii. S-ar putea ca acesta din urmă să fie o formație ulterioară sau ca ambele să fi evoluat paralel. În orice caz, astăzi devine evident că unitatea funcțională a organismului nu se datorește unei simple juxtapuneri mecanice a părților lui. Motivul pentru care s-a făcut apel la entități primitive, suflete sau entelehii (p. 272), care dirijează organismul, a fost nevoia de a explica funcționarea lui în termeni corespunzători cu ierarhia societății respective, a societății împărțite în clase, după cum se vede și în fabula despre revolta stomacului din piesa „Coriolan” de Shakespeare. Din punct de vedere logic, știința modernă nu poate utiliza cu nici un preț asemenea idei ; ea trebuie să caute să lămurească structurile și procesele care asigură funcționarea unitară a organismului în mediul lui înconjurător, explicînd-o în mod rațional în legătură cu evoluția lui.

Activitatea sistemului nervos

Pînă aici am vorbit numai despre procesele vegetative, relativ lente, ale organismelor. Reacția lor imediată față de mediul înconjurător se bazează pe complexul format de organele periferice de simț, sistemul nervos central și mușchi. Studiul acestui sistem s-a efectuat, după cum am văzut (p. 131), chiar de la începuturile științei, dar prin cercetările din secolul al XX-lea înțelegerea lui a făcut un mare pas înainte. Către

sfârșitul secolului al XIX-lea, sistemul nervos al omului și al multor animale de diferite tipuri a fost descris anatomic și legăturile lui principale au fost demonstrate cu ajutorul unor experiențe pe animale, observându-se tulburările locale de mișcare și de sensibilitate provocate de boli sau leziuni ale diferitelor regiuni ale sistemului nervos. S-a arătat că, la om și la vertebrele superioare, el se compune dintr-un sistem nervos central, pornind din creier, care asigură producerea senzațiilor conștiente și a mișcărilor voluntare, și din alte două sisteme nervoase, mai puțin centralizate — simpaticul și parasimpaticul —, care asigură mișcări importante, dar inconștiente și reacțiile secretorii ale organelor interne.

Natura electrică a impulsului nervos

Cu toate acestea, modul în care se transmit mesajele nervoase și în care ele se integrează în funcționarea generală a organismului erau, în mare măsură, necunoscute la începutul secolului al XX-lea. De fapt, fără metodele moderne folosite în biofizică și biochimie ar fi fost cu neputință să se înțeleagă elementele structurale ale impulsului nervos și ale proceselor nervoase. Adrian și alții, folosind sisteme electronice de amplificare, au reușit să demonstreze, după 1926, că semnalul nervos constă din impulsuri electrice de aceeași intensitate, dar a căror frecvență, pînă la o limită determinată, este proporțională cu intensitatea stimulului inițial. Deci nervii nu pot transmite decît informații privitoare la cantitatea impulsului, iar calitățile sale specifice, de pildă culoarea, tonul, senzația, trebuie să fie deduse din poziția canalelor prin care a fost transmis mesajul.

Această analiză a avut o influență considerabilă și este sortită să aibă una și mai mare asupra modului nostru de a înțelege gîndirea și conștiința. Un număr mare de mesaje ale nervilor nu ajung niciodată la conștiință, dar ele nu au un caracter haotic. Multe dintre ele se asociază în arcuri reflexe, în care o anumită senzație generează automat o anumită mișcare. Una dintre marile realizări ale secolului al XX-lea a fost opera lui Pavlov, care a arătat, prin cercetări începute în 1897, că aceste reflexe nu sînt cu totul independente de gîndire, ci pot fi legate unul de altul și modificate de conștiință.^{6.167} Studiul experimental al *reflexelor condiționate* marchează cel mai înalt nivel la care s-a ajuns în studiul proceselor psihologice din punct de vedere fiziologic.

Buchthal, Hodgkin și alții au arătat recent că deplasarea potențialului electric de acțiune într-un impuls nervos se da-

torcăză mai ales propagării unei stări de polarizare electrică de-a lungul unei membrane, prin trecerea de ioni metalici de pe o parte pe alta. Acțiunea impulsurilor nervoase în producerea mișcării sau în receptia senzațiilor s-a dovedit a fi, dimpotrivă, mai ales de ordin chimic. După cum au arătat Dale și Dudley în 1929, un impuls electric nervos, ajungând la extremitatea unui nerv sau la sinapsa dintre doi nervi, dă naștere unei substanțe chimice — adrenalina sau acetilcolina —, iar aceasta, la rîndul ei, stimulează celula, care transmite mai departe impulsul.

Legăturile nervoase și sistemele electronice

Cercetarea conexiunii impulsurilor nervoase, în special la nivelul creierului, leagă din ce în ce mai strîns studiul biologiei de acela al fizicii celei mai moderne, în special al electronicii. În 1928 Berger a detectat trecerea unor unde de potențial electric între doi electrozi situați pe capul unui pacient. Aceasta a dus la perfecționarea unor *electroencefalografe* extrem de sensibile, care sînt foarte prețioase în diagnoza și tratamentul unor boli ale creierului, ca epilepsia. Acest fenomen, studiat de cercetători ca Grey-Walter, începe să arunce lumină asupra fenomenelor electrice care însoțesc percepția și gîndirea *. 6.66

Foarte multe cunoștințe au fost dobîndite prin studierea creierilor unor făpturi mai simple. Studiul lui J. Z. Young asupra creierului de caracatiță, cea mai inteligentă dintre moluște, începe să dezvăluie ceva din sistemul de legături care transformă impulsurile provenite de la organele senzoriale în contracții musculare care determină, la rîndul lor, mișcarea. 6.182

Ar fi greu să nu se recunoască aici analogia dintre creier, pe de o parte, servomecanismele și mașinile de calcul dezvoltate cu atîta rapiditate de inginerii electroniști (p. 556), pe de altă parte. În aceste aparate găsim trei elemente formale principale: *codificatorul* care traduce mesajele primite într-o formă ce poate fi utilizată de mașină; *mașina* propriu-zisă, avînd o *memorie* pentru a reține informațiile care nu sînt utilizabile imediat; *decodificatorul*, care traduce mesajele aparatului într-o acțiune externă. Acestea corespund în linii mari cu: organele *senzoriale*, *creierul* și *musculatura* sau alte *organe efectoare*. S-ar părea că înseși mașinile electronice de calcul sînt doar variante extrem de simplificate sau imitații ale structurilor și legăturilor active bine stabilite chiar și în creierul unor animale inferioare, structuri și legături care în creierul omenesc

au ajuns la un grad de complexitate mult mai înalt. De exemplu, nimeni n-ar putea să creeze deocamdată o mașină care să facă ceea ce facem noi în mod cu totul automat atunci când recunoaștem constanța unui obiect care se rotește, se apropie sau se îndepărtează de noi. În principiu, acesta este un mecanism de circuit pentru recunoașterea unui semnal complex, care îngăduie deformări de o anumită toleranță. Firește, această nu înseamnă că creierul este o mașină de calcul, după cum nici ochiul nu este un aparat fotografic. Dar aceasta înseamnă că noi putem învăța mult din analogiile dintre sistemele naturale — care au evoluat timp îndelungat, dobîndind o mai mare capacitate de percepție și de analiză amănunțită a mediului înconjurător, deci și o mai mare posibilitate de control asupra lui — și sistemele artificiale, create anume pentru a extinde posibilitățile omului în ambele direcții. ^{6.66}

Comportamentul animalelor

Un mod diferit de abordare a problemelor coordonării interne a organismelor vii a căpătat o largă dezvoltare în secolul al XX-lea prin studiul științific al comportamentului animalelor. Datorită în special lui Pavlov, coordonarea internă a fost pusă în legătură cu studiul mecanismelor nervoase. Oamenii au studiat comportamentul animalelor vreme foarte îndelungată, acordîndu-i, poate, cea mai mare atenție în epoca paleolitică, cînd au început să vîneze, și la începutul epocii neolitice, cînd au început să domesticească animalele. După aceea cunoștințele dobîndite s-au transmis prin tradiție, scăzînd preocuparea pentru descoperirea de noi aspecte. La început, cunoașterea comportamentului animalelor a avut un aspect utilitarist, apoi a căpătat un caracter magic, comportamentul animalelor devenind unul dintre nenumăratele mijloace de a prezice viitorul, pentru ca mai tîrziu cunoștințele în acest domeniu să fie folosite în educația morală, ca în fabulele cu animale din epoca clasică și în bestiariile din evul mediu cu lei curajoși, vulpi șirete și pelicani plini de spirit de sacrificiu. În sfîrșit, în epoca victoriană, aceste cunoștințe au luat un caracter pur anecdotic sau sentimental, fiind legate îndeosebi de animalele de casă sau de sporturile practicate cu ajutorul animalelor. Datorită în mare parte faptului că se considera că în comportamentul animalelor nu este nimic de explicat, studiarea lui cantitativ aprofundată s-a dezvoltat tîrziu. Prin definiție, animalele, neavînd rațiune, trebuie să facă totul din *instinct*. În realitate, o lume nouă aștepta să fie descoperită. Și în acest domeniu Darwin a fost un deschizător de drumuri, cu studiile sale despre „Expresia emoțiilor la om și animale”. ^{5.21}

Instinctul și capacitatea de a învăța

Studiul experimental al comportamentului animalelor a început cu lucrarea lui C.L. Morgan (1852—1936) despre modul în care animalele, de la puii de găină și șobolani pînă la maimuțe, reacționează la anumite situații și încearcă să rezolve anumite probleme. Greutatea era să se găsească situații destul de asemănătoare celor cu care animalul are de-a face în mod obișnuit și suficient de simple pentru a fi controlate și interpretate. Primele rezultate, în special cele obținute de Watson în America și de Köhler în Germania, păreau a oglindi mai mult intelectul cercetătorilor decît pe acela al animalelor. Primul a tras concluzia că comportamentul animalelor este absolut întîmplător, celălalt că este condus de gîndire. Pe aceste baze, ei au construit două teorii radical diferite ; Watson a înlăturat cu desăvîrșire inteligența animalelor, a urmat linia pragmatică și a susținut că tot ceea ce există — atît pentru oameni, cît și pentru animale — este stimulul și comportamentul adecvat. Köhler a populat mintea animalelor cu noi construcții unitare, *Gestalt*-uri, reamintind curios ideile lui Platon.

În lucrări de dată mai recentă și pătrunse de o atitudine mai critică, s-a făcut un nou început, prin investigarea sferei de trebuințe a diferitelor animale și a ceva din activitatea celei mai semnificative dintre capacitățile psihice : capacitatea de a învăța prin experiență. *Capacitatea de a învăța* presupune memorie, dar este ceva mult mai perfect. Experiența dobîndită trebuie stocată, comparată și selecționată, iar înaintea de a se elabora o formă de comportament bazată pe învățare trebuie să se facă experiențe noi. Totuși, chiar și acest proces poate fi imitat într-un mod elementar de mașinile electronice, ca în lucrarea lui Grey-Walter „Domnul Speculatîx și domnul Docilis”.^{6.66}

Limbajul la animale

Prin îmbinarea unei observații atente cu o experimentare amănunțit organizată, începe acum să devină posibilă explicarea comportamentului animalelor în condiții naturale, inclusiv a împerecherii lor, a îngrijirii puilor, a relațiilor cu alți reprezentanți ai speciei lor sau ai altor specii. Studiile de acest fel iau locul vechii științe a naturii cu caracter anecdotic și satisfac dorința străveche de a învăța limbajul animalelor, care, deși simplu în comparație cu al nostru se dovedește a fi fost foarte complex. Din lucrările unor observatori ca Tinbergen^{6.122} rezultă că formele de comportament necesare pentru mișcare sau hrănire pot fi deplasate, modificate sau exagerate pentru a le da un sens

și a impune altor animale comportamentul corespunzător. Astfel, cântecul păsărilor poate servi la chemarea partenerului sau la izgonirea rivalilor. După cum arată von Frisch în frumoasele sale studii, chiar și albinele au un limbaj propriu, exprimat prin dansuri, care indică direcția și distanțele la care se găsesc sursele de miere. Animalele sociale, după cum este de așteptat, au aproape toate un fel de limbaj. Studii de acest fel au o deosebită importanță, pentru că ele aruncă lumină nu numai asupra mecanismelor nervoase, ci și asupra originii și naturii comunicării dintre oameni, precum și asupra societății care se formează și se menține prin comunicare (p. 718). Din același motiv, încercările de a interpreta chiar și cel mai simplu comportament al animalelor întîmpină greutăți care nu rezidă numai în complexitatea lui logică. În această zonă dintre granițele unor discipline științifice este greu să se elimine urmele gîndirii și limbajului omenesc, datorită îndeosebi faptului că aceste urme sînt legate, după cum voi dovedi în capitolul următor, de prejudecăți religioase și politice.

Bolile psihice. Psihologia și psihiatria

Aceste considerații se aplică într-o măsură și mai mare la progresul ultimei și celei mai grele ramuri a medicinei, aceea a bolilor mintale care se pot manifesta atît psihic, cît și fizic. În ultimii 50 de ani, în acest domeniu s-a manifestat un interes considerabil, dar nici un progres real. Este un domeniu în care a domnit controversa și moda. Mulți au susținut că, pentru secolul al XX-lea, onera lui Freud a fost tot atît de importantă ca aceea lui Einstein. Ea s-a dovedit într-adevăr astfel, prin acțiunea ei negativă, curățind psihologia de multe absurdități filozofice. Însă ceea ce a pus în locul lor n-au fost decît simple formule verbale ad-hoc: subconștientul, *id*-ul, complexe și refularea, astăzi folosite curent de intelectualii din țările capitaliste (p. 830 și urm.). Această bază metafizică a psihologiei nu s-a fundat pe nici o dovadă experimentală solidă. În tratamentul bolilor mintale, psihoterapeutică freudiană, atît în forma inițială, cît și în oricare dintre variantele ei, nu a fost la înălțimea speranțelor de la început, cu toate că a adus alinarea celor ce aveau destui bani pentru a-și plăti tratamentul. Lipsa de eficacitate a acestui tratament este dovedită de moda mai nouă de tratare a tulburărilor mintale prin metode fizice violente, ca șocurile și chiar lobectomia prefrontală — adică extirparea acelei părți a creierului a cărei funcțiune principală este legată de experiența

socială —, în speranța că restul creierului va funcționa mai bine fără ea.

Motivul acestui eșec relativ, cu tot marele interes pe care l-a stîrnit în domeniul psihoterapiei, este fundamental. Minte omenească nu este un simplu sistem de conexiuni nervoase, după cum nu este nici un sistem de entelehii imateriale: spirite, instincte, complexe. Ea este instrumentul pe care omul l-a elaborat, nu în mod izolat, ci în societate, pentru a trăi în mediul său înconjurător, care este în măsură din ce în ce mai mare un mediu social. De aceea, ruptă de bazele economice și politice ale societății, psihologia se orientează în mod inevitabil pe o cale greșită. Cealaltă cale, care reprezintă în esență o problemă a științelor sociale, va fi tratată în capitolul următor.

11. 7. Ereditatea și evoluția

Celelalte sectoare ale progresului biologic în secolul al XX-lea — cele privitoare la ereditate, evoluție și ecologie — sînt mai strîns legate de agricultură decît de medicină. În secolul al XIX-lea, gama bogată a speciilor de animale și plante mai constituia o preocupare doar pentru colecționari și naturaliști, interesați în primul rînd să alcătuiască un inventar al florei și faunei, atît *în mod extensiv*, prin explorări pînă în cele mai îndepărtate regiuni, cît și *în mod intensiv*, prin folosirea microscopului. Nici măcar influența revoluționară a teoriei lui Darwin despre evoluție nu a schimbat dintr-o dată această orientare. Prima ei consecință a fost îndrumarea efortului cercetărilor biologice pe același făgaș naturalist într-o încercare de a introduce o oarecare ordine în colecție pentru a se putea întocmi arborele genealogic al vieții. În acest timp, agricultura își urma calea ei tradițională, ajutată de știință numai în ceea ce privește mașinile agricole. Îngrășămintele și cîteva medicamente pentru animale. Îmbunătățirea metodelor zootehnice și agrotehnice era lăsată pe seama practicienilor, a amatorilor și cultivatorilor entuziaști.

Preocuparea de a îmbunătăți rasele de animale și soiurile de plante

La începutul acestui veac însă, o dată cu potolirea polemicii provocate de teoria lui Darwin, s-a simțit în mod inevitabil o mare nevoie de știință în domeniul ameliorării raselor și soiurilor și un interes corespunzător pentru teoriile eredității. Devenise clar pe atunci că extinderea culturii grîului în preeriile americane, a creșterii oilor în Australia și a produselor tropicale în noile colonii din Africa și din Asia

cereau imperios metode de lucru mai bune decât cele oferite de vechile procedee empirice de reproducere a animalelor și a plantelor. În ceea ce privește știința, după ce au fost stabilite liniile principale ale evoluției, interesul a început să se concentreze asupra mecanismului ei. Legile eredității au dobândit o importanță nouă. De fapt, chiar dacă nu înțelegem procesul prin care un ou sau o sămânță se transformă în broască sau stejar, putem prevedea totuși cu destulă siguranță care va fi rezultatul procesului.

Asemănarea urmașilor cu părinții nu este însă absolută: unii dintre descendenți sînt de obicei mai mari sau, într-un fel oarecare, mai folositori oamenilor decât alții. Și aceștia au fost utilizați de oameni din timpuri imemorabile pentru reproducere. Ar fi absurd să așteptăm o explicație completă a fenomenelor eredității pentru a formula legi provizorii prin care să putem ști cum să le controlăm. Desigur, acesta a fost cazul în istoria geneticii, care a devenit foarte tîrziu o ramură independentă a științei, o ramură în care practica a premers cu mult teoria. Selecția rațională a început probabil o dată cu apariția agriculturii și a creșterii animalelor. De pildă, crescătorii de cai de rasă sînt cunoscute din documente datînd din anul 2000 î.e.n., iar metodele principale de transformare a speciilor în scopuri practice sau pentru gusturile sportivilor au fost bine elaborate, deși pe o bază pur empirică, chiar de la începuturile civilizației.

Darwin și variabilitatea

Deoarece nu numai animalele, ci și ființele omenesti dau naștere la urmași și deoarece deosebirile de clasă și rasă se moștenesc, considerente religioase și politice au semănat și continuă să semene confuzie în problemele geneticii. Însuși cuvîntul *moștenire*, sau *ereditate*, este legat de conceptul, esențialmente social, de transmitere a proprietății unui moștenitor. Folosirea lui sugerează ideea că pînă și în moștenirea de ordin biologic se transmite un factor material sau formal, ca de pildă bărbia Habsburgilor, împreună cu drepturile legate de coroana Sfîntului imperiu roman.

Teoria darvinistă a evoluției a făcut să se acorde o mare atenție principiilor după care variază ereditatea, dar a generat dificultăți mai numeroase decât problemele pe care le-a rezolvat. Darwin considera că speciile variază sub influența mediului înconjurător și că selecția operează cu aceste variații. El era într-o oarecare măsură lamarckian, susținînd că mediul influențează direct variabilitatea. Adaptarea următoare a organismelor la cele mai variate condiții de mediu este un argument în favoarea unei asemenea influențe modelatoare. Totuși,

ideile lui Darwin despre ereditate n-au fost de la bun început rodnice, în mare parte datorită faptului că nu aveau o bază experimentală cantitativă. Părea cu neputință să se demonstreze practic modul în care se produc și se fixează variațiile (p. 471).

Ereditatea, clasa și rasa

Cu toate că Darwin își procurase o mare parte din materialul folosit de la crescătorii de vite și de la amatori, urmașii lui mai academici, au pierdut orice contact cu aceștia. Credința în importanța selecției a constituit un sprijin vechi și esențial pentru aristocrația feudală, dar până în secolul al XIX-lea nu s-a simțit nevoia unei justificări științifice. Când a apărut necesitatea unui sprijin împotriva curentului radical din a doua jumătate a secolului al XIX-lea, s-a recurs la știință, care a fost folosită sub egida mișcării eugeniste. Primele ei succese s-au datorat în mare parte lui Galton (1822—1911) (un amator bogat, cu legături sociale bune și, întâmplător, văr al lui Darwin) și lui Karl Pearson, matematician și filozof pozitivist, care a aplicat, printre primii, matematicile în probleme biologice (p. 763). Amândoi au căutat, în primul rând, să justifice pe baze științifice poziția morală a claselor burgheze și a aristocrației, poziție zdruncinată de agitația socialistă egalitară, susținând că acestea ar fi din punct de vedere genetic superioare claselor de jos. Aceleași argumente utilizate de oameni josnici au putut fi folosite pentru a susține că rasele albe sînt superioare celor de culoare sau că nordicii sînt superiori celorlalte rase albe, în special evreilor.

Weismann și continuitatea plasmei germinative

Problema fixității speciilor și a caracterelor moștenite a fost accentuată și mai insistent la sfîrșitul veacului de către Weismann (1834—1914), care, pe baza eșecurilor repetate în încercarea de a transmite caractere dobîndite a enunțat teoria formalistă a continuității plasmei germinative — un fel de tezaur de familie transmis intact de la părinți la copii, care se modifică numai prin amestecul inevitabil cauzat de reproducerea sexuată. În această concepție, organismul viu, sau *fenotipul*, nu este altceva decît una dintre nenumăratele manifestări trecătoare ale *genotipului* permanent. Aceasta reprezintă, în secolul al XIX-lea, o întoarcere aproape completă la ideile preformismului din secolul al XVII-lea. De fapt, această teorie făcea din evoluție un nonsens, deoarece presupunea că primul germen conține toate caracterele potențiale ale animalelor și plantelor, care pot fi numai distribuite în-

tr-un anumit fel. Teoria eredității a dobândit o importanță covârșitoare și prin sprijinul experiențelor pe teren efectuate de Vilmorin (1816—1860) în 1856 și Johannsen (1857—1927) în 1903. Aceștia au arătat că culturile agricole obișnuite sînt formate din plante individuale cu o ereditate foarte variată, dar că, printr-o consangvinizare atentă și prin selecție, se pot produce linii pure, care, în principiu, vor da naștere perpetuu la urmași cu aceleași caractere.

Discontinuitatea eredității : redescoperirea legilor lui Mendel

Totuși, atîta vreme cît variațiile eredității au fost considerate continue, toate aceste cercetări au avut, inevitabil, un caracter pur descriptiv și n-au putut fi legate de restul biologiei. Cînd s-a recunoscut existența unor modificări discontinue, situația s-a schimbat. Bateson (1861—1926) a susținut în 1894 că în evoluție sînt importante variațiile în salturi și nu modificările treptate.^{6.54a} În 1901, de Vries (1848—1935) a descoperit modificări în salt, *mutații*, la *Oenothera lamarckiana*. Amîndoi au găsit un sprijin în experiențele făcute de Mendel (1822—1884) între anii 1857 și 1868 și în legile pe care le deduse și care au devenit publice în 1869. La vremea lor, ele nu fuseseră luate în seamă, așa încît cei doi le-au redescoperit și le-au extins. Mendel, făcînd experiențe cu mazăre în grădina sa din mănăstirea din Brno, Cehoslovacia, a arătat că multe caractere se transmit prin reproducere sexuată într-un mod uimitor de simplu, pe care l-a interpretat în sensul că există niște factori unici care determină moștenirea unor caractere, ca, de pildă, culorile florilor sau zbîrciturile semințelor. Marele avantaj inițial al acestei teorii a *genelor*, sau a unităților ereditare, constă în faptul că era foarte simplă și matematică. Există însă primejdia, de care nu s-a ținut seama imediat, ca cercetările să se mărginească numai la acele caractere care indicau aceste relații simple și ca o teorie care explica numai o parte din ereditate să fie considerată că ar explica-o în întregime.

Morgan : genele și cromozomii

Legile simple ale lui Mendel au părut cu atît mai plauzibile cînd s-a stabilit o legătură între factorii care reprezintă caracterele genetice și cromozomii care fuseseră observați în nucleeele celulelor în curs de diviziune. Aceasta a fost îndeosebi opera lui T. H. Morgan, în America. Începînd din 1910, el a făcut un studiu amănunțit asupra întregului șir de variații ale unei muște mici, *Drosophila melanogaster*, care prezenta avan-

tajul de a se înmulți foarte repede și de a fi crescută ușor. Simplitatea și caracterul matematic exact al teoriei genetice a stimulat un număr considerabil de cercetări, raportînd în amănunțime caracterele muștei la structura cromozomilor ei.

Aceasta a dus la descoperirea că diferite caractere care sînt deseori moștenite împreună pot fi asociate cu anumite porțiuni ale unui cromozom, așezate de asemenea foarte aproape unele de altele; cu alte cuvinte, cromozomul corespunde cu o hartă a tuturor caracterelor, dispuse liniar de-a lungul lui. În consecință, s-a presupus că fiecărui caracter moștenit care apare în organismul adult îi corespunde o particulă materială, gena, dintr-unul din cromozomii părinților săi. Fiecare celulă a fiecărui organism conține o garnitură de perechi de cromozomi, cîte unul de la fiecare părinte, și ar trebui deci să posedă cîte o pereche de gene pentru fiecare caracter. În consecință procesul selecției se reduce la diferite moduri de recombinare a genelor urmașului. Dacă unul dintre caracterele unui părinte nu apare la urmași, se presupune că gena a lipsit sau a fost suprimată de o genă mai puternică sau dominantă, provenită de la celălalt părinte. Se presupunea că genele sînt corpuri materiale, dar această presupunere fusese dedusă numai din localizarea lor în cromozom.

Mutațiile naturale și artificiale

Cu timpul, genetica muștei *Drosophila* și a altor cîtorva organisme a fost stabilită foarte amănunțit. Genele nu păreau a fi absolut stabile. Încă din 1900 de Vries observase că noi caractere pot să apară întîmplător și pe neașteptate chiar la linii pure, transmițîndu-se întocmai. Apariția acestor mutații sugera că genele sînt supuse unor variații întîmplătoare și că apariția lor poate fi influențată de condiții externe.

Acest lucru a fost confirmat de Müller, care a arătat în 1927 că se poate obține, cu ajutorul razelor X, o producție sporită de mutanți. De atunci s-a demonstrat că și alți agenți, ca unele substanțe chimice specifice de genul colchicinei, produc de asemenea mutații. Aceste observații, care la vremea aceea aveau un caracter academic sau prezentau interes cel mult pentru agronomie, au dobîndit de atunci o importanță vitală pentru omenire, deoarece prin efectul radiațiilor produse de bombele atomice și cu hidrogen și al precipitațiilor lor radioactive (p. 677 și urm.) apar asemenea mutații la plante, animale și oameni. Un mare număr de astfel de mutații s-au produs în Japonia în 1945 și ulterior trebuie să fi apărut altele, dar mult mai dispersate, în urma experimentării acestor bombe (p. 590 și urm.). 8.28 ; 8.29 ; 8.45 ; 8.46 ; 8.76

Efectele radiației asupra organismelor

Alarma provocată în special de efectele bombei cu hidrogen a pus în lumină caracterul limitat al cunoștințelor de care dispunem în legătură cu efectele radiațiilor ionizante de toate categoriile asupra organismelor, și de aceea acum se fac cercetări active în acest domeniu. Doze masive de radiații, ca acelea produse accidental în timpul funcționării reactorilor nucleari sau ca acelea provenite direct din explozia bombelor ori în urma precipitațiilor radioactive, produc reacții violente în toate celulele atinse, datorită, probabil, unei răsturnări generale a metabolismului celular prin creșterea numărului de radicali OH care intervin în reacțiile enzimatică (p. 663). La un nivel mai scăzut de radiații, dar totuși destul de important, se pare că cele mai atinse sînt celulele în curs de diviziune. De aici decurge valoarea unor asemenea radiații localizate în combaterea cancerului.

Consecințele genetice ale războiului atomic

Cînd radiația afectează întregul organism, ca în cazul victimelor bombelor atomice, sînt atinse celulele din corp cu diviziunea cea mai rapidă, în special leucocitele cu rol de protecție din sînge. La doze mai slabe sînt atinse în special celulele care produc globulele roșii, ceea ce provoacă leucemie, moartea putînd surveni adeseori abia după mai mulți ani.

La radiații în doze mai slabe se produce numai o modificare minimă a celulelor cu diviziune normală, dar în cazul special al unei celule germinative rezultatul poate fi o mutație care, dacă este recesivă, nu se manifestă ereditar decît atunci cînd persoana respectivă se împerechează cu un individ avînd aceeași mutație, lucru care se va întîmpla mai devreme sau mai tîrziu, în funcție de frecvența acestui defect în populația respectivă și de gradul ei de consangvinizare. Efectele radiațiilor produse de bombe la diferitele niveluri ale organismului pot fi apreciate numai aproximativ, datorită faptului că cercetările nu sînt suficient sprijinite. Deoarece nu dispunem de date fundamentale cu privire la numărul și la caracterul bombelor care ar putea fi detonate, este imposibil să apreciem valoarea totală a tulburărilor genetice produse asupra supraviețuitorilor unui război atomic. În prima fază ar predomina cazurile de avorturi și de naștere de monștri. În populația redusă la număr care ar urma, defectele datorate combinațiilor dintre genele recesive ar apărea într-o mare proporție la cei născuți în decursul a sute de generații, multă vreme după ce urmele detectabile ale radiațiilor produse de bombe vor fi dispărut de pe fața Pămîntului. Firește, aceste

tulburări genetice nu s-ar limita numai la ființele omenești. Apariția unor animale și plante monstruoase ar fi, de asemenea, inevitabilă și ar fi nevoie de multe mii de ani pentru a se ajunge la un echilibru genetic.

Chiar în ritmul actual al exploziilor experimentale, efectele sînt destul de îngrijorătoare. Rapoartele oficiale, care prezintă creșterea procentuală a mutațiilor mult diminuată, pot părea liniștitoare, dar pulberea radioactivă continuă să se depună din straturile superioare ale atmosferei, maximum de nocivitate urmînd să se manifeste în anul 1970 chiar dacă experiențele ar înceta de îndată. 8.29 : 8.48

Este sigur de pe acum că experiențele efectuate vor produce în generațiile următoare zeci de mii de avorturi, monștri și deficienți, aducînd deznădejdea în tot atîtea familii. Argumentele pentru încetarea acestei nebunii criminale înainte ca ea să ia proporții și mai mari sînt covîrșitoare, dar presiunea popoarelor asupra guvernelor nu a fost încă destul de puternică pentru a determina guvernele capitaliste să accepte încetarea acestor experiențe¹.

Aplicațiile geneticii

Chiar de la început, teoria genelor ereditare s-a aplicat în special, atît teoretic, cît și practic, în cazurile în care efectul unei singure gene se manifesta clar și în care efectele diferitelor gene puteau fi studiate în diferite combinații. Aceasta se întîmplă acolo unde gena controlează o singură reacție biochimică, modificînd sau nemodificînd un produs final, ca, de pildă, culoarea florilor, a penelor sau a urinei.

Din punct de vedere fiziologic, genele pot să aibă sau să nu aibă importanță — la om, de pildă, ele pot produce anumite forme de idioție —, dar sînt în orice caz foarte utile ca indicatori. Hărțile genetice pentru om întocmite de către cercetători ca Haldane și Penrose au o deosebită importanță clinică. În special determinarea genetică a grupelor sanguine (p. 639) a servit la salvarea vieții multor nou-născuți, arătînd necesitatea transfuziei de sînge. În agricultură, succesele au fost mai limitate. Folosindu-se procedee genetice exacte, s-au produs anumite tipuri de plante rezistente la boli, dar cea mai mare parte a succéselor geneticii în domeniul ameliorării plantelor, ca, de pildă, porumbul sau bumbacul hibrid, au fost obținute prin metode mult mai rudimentare. Aceasta se explică prin faptul că multe dintre caracterele economice

¹ Aceste rînduri au fost scrise înainte de realizarea acordului de la Moscova din 1963 cu privire la încetarea experiențelor cu armele nucleare în trei medii. — *Nota trad.*

utile ale unui animal sau ale unei plante, cum ar fi greutatea sau productivitatea, depind, probabil, de un mare număr de factori genetici. Teoria nu este suficient de avansată pentru a putea fi aplicată în cazuri atât de complexe, iar o analiză genetică completă ar costa bani mai mulți decât cei de care dispune de obicei o secție de genetică, și agricultorul nu poate aștepta pînă la terminarea acestei analize.

Controversa asupra geneticii în Uniunea Sovietică

Astfel de considerații, împreună cu aversiunea față de ideile folosite de teoriile rasiste ale hitleriștilor au stat în mare măsură la baza atacului violent lansat în Uniunea Sovietică împotriva geneticii mendeliste în preajma celui de-al doilea război mondial și imediat după război. De aspectele politice ale acestei controversă mă voi ocupa mai tîrziu. Aici voi încerca să explic cîteva dintre aspectele ei științifice și agricole. Căci, cu toate că în Uniunea Sovietică a fost ridicată interdicția asupra concepțiilor mendeliste și a cercetărilor în domeniul geneticii, activitatea se desfășoară în continuare în direcția indicată de școala lui Miciurin-Lîsenko, care se află în aparentă opoziție cu aceste concepții. Vorbesc despre o opoziție aparentă, deși pe atunci ea era considerată perfect reală, deoarece concepțiile diferite se refereau la aspecte cu totul diferite ale biologiei și agriculturii practice, iar participanții la controversă de cele mai multe ori vorbeau despre probleme diferite. Geneticienii ortodocși urmăreau înțelegerea mecanismului și elaborarea concluziilor unei teorii care să lămurească problema; agrobiologii sovietici încercau să găsească modul cel mai rapid de a îmbunătăți culturile și șep-telul țării lor, nu atât prin încrucișare și selecție, cît prin modificarea rațională a mediului înconjurător. Aceasta se bazează în mod esențial pe fiziologie și mai ales pe ecologie (p. 687). De fapt, problemele eredității fac parte integrantă din aceste științe, dar succesele obținute de mendeliști în explicarea moștenirii caracterelor cu ajutorul genelor au creat impresia că metodele lor ar prezenta avantaje, factorul decisiv fiind ereditatea și nu mediul, și tocmai această concepție a stîrnit opoziția față de ei.

Miciurin

Miciurin (1855—1935) face parte, de fapt, din perioada premorganistă a selecției plantelor. Începînd din 1888 și pînă la moarte, el s-a ocupat de ameliorarea plantelor, îndeosebi a pomilor fructiferi, combinînd metoda hibridării sexuate înde-părtate cu cea a hibridării vegetative. Deși a reușit să producă

soiuri noi și folositoare, Miciurin a fost socotit de cei care nu au studiat opera lui un simplu empirist ; dar, după cum reiese din lucrările sale publicate, el lucra de fapt pe baza unor principii raționale de dirijare a eredității, deduse în mare parte din propriile sale experiențe.^{6.105}

După părerea sa, multe depind de receptivitatea organismului față de influența care-i putea schimba caracterele și însușirile. Organismele tinere sau cele cu structură instabilă, datorită coexistenței unor caractere moștenite de la părinți foarte diferiți, pot fi modificate de un mediu față de care organismele mai bătrâne sau pure sînt complet rezistente. Ideile lui Miciurin se aseamănă foarte mult cu cele elaborate în mod cu totul independent cu privire la dezvoltarea embrionară, unde fiecare organ poate fi modificat printr-un organizator chimic corespunzător numai într-un anumit stadiu de dezvoltare.

Divergența dintre concepțiile sale și cele predominante la selecționatori constă în încrederea sa în eficacitatea acțiunii directe asupra organismelor pentru a produce rezultatele dorite. Maxima lui caracteristică era : „Nu trebuie să așteptăm daruri de la natură ; menirea noastră este să i le smulgem“.

Lîsenko și iarovizarea

Această atitudine l-a atras îndeosebi pe Lîsenko. El și-a început activitatea științifică ocupîndu-se de fiziologia plantelor, astfel că a putut să aprecieze importanța influenței mediului, extern și intern, asupra creșterii și dezvoltării lor. Plantele se deosebesc de animalele superioare prin faptul că organele lor de reproducere se pot forma din orice parte a organismului. În consecință, plantele pot fi influențate mai ușor prin modificările aduse mediului intern, în cea mai mare parte chimic, cu ajutorul anumitor modificări ale mediului extern, fizico-chimic. În anumite stadii de creștere, aceste modificări vor avea efecte maxime asupra eredității. Acestea sînt stadiile pe care Lîsenko le folosește pentru a influența caracterele plantelor ; de pildă, prin încălzirea sau răcirea semințelor — așa-numitele procese de *iarovizare* și *educare* —, el schimbă soiurile de toamnă în soiuri de primăvară sau invers.

Noua agrobiologie a lui Lîsenko se bazează pe combinarea hibridării vegetative cu modificarea mediului înconjurător. El a obținut astfel numeroase succese practice, unele rezultate îndoielnice, din lipsa unui control statistic corespunzător, și unele eșecuri. Lîsenko mi-a lăsat impresia unui om cinstit, dar fanatic, care nu suportă nici o contrazicere, dar este înzestrat

cu un simț deosebit pentru plante și sol. Metodele lui, care seamănă mai puțin cu cele biologice și mai mult cu unele metode ale medicinei, sînt o artă călăuzită de idei științifice. În tot timpul controversei, el a admis că cromozomii sînt importanți în ereditatea sexuală, susținînd însă că sînt mult mai puțin importanți decît factorii de care se ocupa el. Acum, după ce spiritele s-au potolit, metodele sale merită fără îndoială să fie luate în considerare și studiate din punct de vedere fiziologic și biochimic.

Aspectele citologice și biochimice ale eredității

Așa cum folosirea microscopului optic în studiul fenomenelor complexe ale diviziunii celulare a dus la aprecierea importanței cromozomilor în ereditate, tot la fel apariția mai recentă a microscopului electronic și a altor tipuri de microscopae (p. 558 și urm.) deschide un capitol nou în genetică, permițînd o analiză mai adîncită a structurii cromozomilor și descoperirea altor particule foarte mici din microcosmul celulei (p. 660). Din studierea structurii și a reacțiilor lor începe să se contureze o imagine inteligibilă a procesului genetic și să se deducă cîte ceva din rolul celorlalte părți ale celulei. Deocamdată majoritatea acestor cunoștințe reprezintă doar ceva mai mult decît întrezărirea unor posibilități atrăgătoare, astfel încît schița care urmează rămîne, în mod necesar și în mare măsură, o operă a imaginației; dar rezultatele se acumulează în acest domeniu cu atîta rapiditate, încît putem sîra că peste cîțiva ani vom avea o imagine tot atît de cuprinzătoare, dar mult mai temeinic construită decît cea a citogeneticienilor clasici.

Noua imagine care începe să se formeze nu este numai citologică, ci și biochimică. Ea leagă de observațiile genetice o ramură a matematicii care a dobîndit predominanța într-un alt domeniu, acela al teoriei informațiilor (p. 557). În sensul cel mai evident al cuvîntului, termenul de reproducere desemnează faptul banal că lucruri asemănătoare produc lucruri asemănătoare; este o formă de *copiere* niciodată perfectă, căci dacă ar fi astfel n-ar exista modificare ereditară. Problema constă în a stabili ce anume se copiază și cum se produce copierea. Or, ceea ce se copiază nu poate fi obiectul material și nici *forma* lui sau modelul lui intrinsec. Nici un model *tri-dimensional* sau nici o celulă nu-și poate crea o copie fidelă; ceea ce se poate copia nu este modelul, ci instrucțiunile după care se alcătuieste modelul, instrucțiuni care au, în esențial, natura unui mesaj *liniar*.

S-a bănuat că astfel de mesaje sînt conținute în cromozomii filiformi, dar cum anume începe să se lămurească abia acum.

După cum s-a arătat deja (p. 642) există dovezi care pledează insistent în favoarea ipotezei că în toate formele de viață, cu excepția celor mai elementare, mesajul este purtat de acidul dezoxiribonucleic (A.D.N.).

A.D.N. polimerizat, așa cum se găsește în natură, conține numai patru grupuri distincte purinice și pirimidinice (p. 629). Se pare că orice mesaj pe care îl conține rezidă în ordinea acestor grupuri, ca și cum ar fi un cod Morse cu patru semne. Pe de altă parte, proteinele liniare sînt compuse din aproximativ 25 de aminoacizi diferiți, cîte litere avem în alfabetul nostru. Specificitatea organismelor depinde de aceea a proteinelor lor (p. 639), iar acizii nucleici sînt legați de sinteza proteinelor. Datele obținute recent în studiul virusurilor (p. 648) confirmă din ce în ce mai mult această ipoteză. Mai departe, cel puțin în laborator, nucleotidele pot fi transformate în acid nucleic prin acțiunea unei enzime proteice. Este ispititor să se asocieze geneza unei anumite proteine cu un anumit lanț nucleic sau cu o parte dintr-un lanț nucleic, și invers, reprezentînd în esență un proces de decodificare și de codificare.

S-ar părea că moleculele de acid nucleic fac sinteza altora în mod direct și că doi acizi nucleici identici sau aproape identici se pot încolăci și descolăci așa cum se întîmplă în conjugarea sexuală, dar multe amănunte ale acestui proces mai trebuie să fie completate.

Evoluția

Problema evoluției este atît de strîns legată de aceea a eredității, încît mi se pare mai nimerit s-o tratez aici, deși, în mod logic ar trebui să urmeze după discutarea legăturii reciproce dintre animale și plante, care, din punct de vedere teoretic, se raportează la *ecologie*, iar practic la *agricultură*. În capitolul al 9-lea am expus în linii generale marea controversă din secolul al XIX-lea cu privire la evoluția lumii organice.

Importanța victoriei lui Darwin a constat nu atît în descoperirea evoluției, cît în faptul că a știut să-i dea forma unei idei acceptabile din punct de vedere științific. Datorită lui, toată lumea — cu excepția cîtorva bigoți — recunoaște că a existat și există evoluție. La sfîrșitul secolului al XIX-lea, una dintre cele mai de seamă preocupări a constituit-o problema determinării celui mai probabil lanț de înrudire între diferitele forme de animale și plante, cu alte cuvinte problema întocmirii arborelui genealogic al evoluției. În secolul

al XX-lea, interesul s-a orientat spre problema stabilirii modului în care s-a produs evoluția, cum, de ce, când și unde au luat ființă forme noi. În acest domeniu nu s-a ajuns la nici o concluzie și tocmai răspunsurile la astfel de întrebări generează principalele divergențe de păreri în știința biologică.

Concepția neomendelistă despre evoluție prin mutație și selecție naturală

În ultimele decenii, teoria selecției naturale a lui Darwin a fost scrisă din nou, sub forma teoriei mendeliste a genelor. Variațiile imperceptibile postulate de Darwin au fost înlocuite cu modificările bruște produse prin substituirea de gene, prin înmulțirea de gene, prin dedublarea cromozomilor sau poliploidie și prin mutații genice. Se presupune că toate aceste schimbări sînt determinate de cauze care nu au nici o legătură cu valoarea adaptativă a caracterului care apare la animalul adult. După această concepție, selecția ar acționa nu asupra caracterelor, ci asupra genelor sau combinațiilor de gene purtătoare de caractere. Selecția naturală ar acționa ca un fel de sită care schimbă, într-un mod calculabil matematic, compoziția genelor din populații. Adaptarea ar fi pur și simplu cea mai reușită lovitură dintr-o serie de lovituri trase absolut la întâmplare. Din punct de vedere formal, în baza lucrărilor statistice ale unor biologi matematicieni, ca Fisher și Haldane, un astfel de mecanism ar putea explica evoluția unei specii și chiar desfacerea ei în două specii neîncrucișabile între ele, adică apariția unei specii noi. Totuși, este extrem de anevoios să se verifice practic acest proces, din cauza greutății de a se face un control cantitativ al mediului înconjurător și mai ales din cauza ritmului lent al evoluției.

Moștenirea caracterelor dobîndite

În ultimii ani s-au făcut unele experiențe în legătură cu evoluția, care ar putea contribui la rezolvarea principalelor dificultăți întîmpinate de naturaliști încă și în momentul de față, când se pune problema dacă simpla selecție a variațiilor întîmplătoare este suficientă pentru a explica procesul de evoluție în sine. Încă de pe vremea lui Lamarck (p. 468), oamenii și-au dat seama că mediul trebuie să dirijeze într-un mod oarecare modificarea eredității spre binele evident al organismului. Dar fiecare strădanie de a dovedi moștenirea caracterelor dobîndite a dat greș (p. 676). Acum ne dăm seama de ce acest lucru e atît de greu cînd este vorba de plante și animale

superioare, cu un mecanism de reproducere atât de profund și cu perioadă de reproducere atât de lungă. Când este vorba de organisme inferioare, ca bacteriile, cu un ciclu de viață măsurabil în minute, putem observa modificările ce apar ca reacții la mediul chimic în care se află; aceste mecanisme sînt perfect adaptabile, în sensul că se pot dezvolta în medii noi. Dacă modificările se datoresc sau nu selecției este o problemă aprig discutată.^{6.98} În afară de aceasta, se cunoaște un caz în care Avery^{6.73a} a modificat un tip de pneumococ în altul, adăugînd acid nucleic extras de la pneumococul de tipul al doilea. Tipul modificat s-a reprodus întocmai, dovedind astfel posibilitatea unei modificări genetice dirijate, realizată cu o substanță chimică specifică.

Totuși, aceasta este încă departe de ereditatea unor caractere adaptative legate de stimulii permanenți din mediul înconjurător. Waddington a descoperit un astfel de tip de ereditate. La o anumită specie de muște, cînd sînt expuse în stare larvară la temperaturi mai ridicate, apar aripi cu o nervură în minus, modificare în aparență neînsemnată. Dacă însă procesul continuă timp de mai multe generații, se obțin muște ai căror descendenți au o nervură lipsă chiar dacă larvele n-au fost încălzite. După mai multe alte generații neexpuse la temperaturi ridicate, muștele revin la forma normală. Oricare ar fi explicația acestui fenomen (Waddington dă o explicație mendelistă complicată), s-ar părea că cel puțin modificările provocate în cursul dezvoltării pot fi introduse într-un anumit fel în ereditatea unui organism în decursul unui număr relativ mic de generații.

Se citează cazuri și mai izbitoare,^{8.25a ; 8.26a} în care se moștenesc obiceiuri și nu structuri. Cu 300 de ani în urmă canarul sălbatic a fost ales ca pasăre de colivie numai pentru că avea pene frumoase. El ciripea, dar nu cînta. Cu toate acestea, amatorii de păsări din diferite locuri au reușit să-l învețe diferite cîntece, iar astăzi, la toate rasele, fiecare pui de canar, dacă este crescut fără a fi învățat de cineva, cîntă în felul lui, caracteristic. S-ar părea că un lucru asemănător s-a petrecut și în ereditatea noastră. Nu e mult de cînd am învățat să vorbim: după diferite aprecieri, cam 200 pînă la 1 000 de generații. Dar, cu toate că și astăzi încă trebuie să învățăm să vorbim, creierul și urechea omului au fost profund modificate, astfel încît o regiune considerabilă din scoarța cerebrală a fost rezervată numai acestei funcțiuni, și aceasta fără prea multe dovezi de selecție față de tipurile mute. Pînă cînd nu vom cunoaște ceva din mecanismul prin care se pot produce asemenea modificări evolutive rapide, acest fel de ereditate nu

poate fi susținut teoretic, dar el rămîne ca un avertisment împotriva excluderii și a acceptării dogmatice a unei singure forme de transmitere a caracterelor în procesul evoluției.

Această problemă prezintă un interes esențial nu numai pentru că este problema centrală a teoriei eredității și evoluției, ci și pentru că soluționarea ei va avea consecințe practice însemnate. Firește, crearea raselor și selecția sînt procese foarte lente, în special pentru speciile care se înmulțesc încet ; modificările dirijate ar mări considerabil ritmul ameliorărilor ce li se pot aduce, în comparație cu actualele metode empirice folosite de crescători. Dacă am declara în momentul de față, așa cum fac mulți geneticieni, că acest lucru este principial cu neputință, ar însemna să descurajăm cercetările în alte direcții și să nu ținem seama că metodele aplicate de ei sînt foarte limitate. Totuși este încă prematur să susținem că s-a găsit vreo metodă de dirijare a evoluției sau că se întrevăd asemenea metode. Putem spera să le descoperim numai prin cercetări intense și conduse cu spirit critic, care apoi să fie utilizate practic în cadrul unei activități largi și planificate. Însă nimic nu poate împiedica pe om să spere că va putea face în mod conștient ceea ce în natură s-a petrecut o dată cu apariția vieții.

11. 8. Organismele și mediul lor Înconjurător : ecologia

În biologia secolului al XX-lea s-a dezvoltat rapid studiul organismelor în raport cu diferite medii naturale și experimentale. Pînă atunci, prezentarea unui animal sau a unei plante se mărginea, în general, la o descriere morfologică și anatomică, însoțită de un sumar studiu fiziologic al funcțiunilor sale separate și de o descriere istorică-naturalistă a obiceiurilor sale. Astăzi, aceste cunoștințe sînt considerate doar ca un prim pas necesar pentru înțelegerea unor aspecte mult mai complexe și mai dinamice ale vieții organismului. Simpla observație și datele istoriei naturale nu sînt suficiente : mai sînt necesare și experiențe amănunțite și de mari proporții.

După cum am arătat la începutul acestui capitol, în secolul nostru s-a născut o școală de biologie experimentală și de cercetare a funcțiunilor animalelor și plantelor vii prin schimbarea condițiilor de viață și observarea modificărilor rezultate. Biologia experimentală ocupă în secolul nostru o poziție asemănătoare cu aceea a chimiei organice în secolul precedent. Ea este o cale de a găsi date asupra adevăratei structuri a organismelor, prin cercetarea reacțiilor lor la diferite medii, întocmai cum chimistul a găsit structura moleculelor expunându-le acțiunii diferiților reactivi. Acest lucru nu se poate face

limitînd observațiile numai la condițiile în care trăiește în mod obișnuit organismul. Trebuie să se cerceteze o serie mai mare de medii posibile. În situații mai complexe este necesar să se facă o analiză foarte atentă a tuturor factorilor care se pot izola din mediu, variîndu-i fie unul cîte unul, fie mai mulți deodată, într-un mod stabilit prin metode statistice, efectuîndu-se de asemenea observații tot atît de complexe asupra organismului.

Acțiunile reciproce dintre organisme

Problema devine mult mai dificilă prin faptul că mediul înconjurător al oricărui organism conține întotdeauna nenumărate alte organisme. Chiar Darwin și-a dat seama de acest fapt, pe la mijlocul secolului al XIX-lea, în special în lucrările sale despre fecundarea florilor^{5.20} și despre rîmă.^{5.22} Dar cercetările efectuate pînă acum în această direcție n-au făcut decît să scoată în evidență extrema complexitate a relațiilor dintre organisme și ignoranța noastră aproape completă în privința semnificației lor. Solul, de pildă, care este baza tuturor plantelor și deci a întregii vieți animale de pe uscat, este în foarte mare măsură un domeniu necunoscut științei biologice, deși cuprinde, probabil, mai multe organisme vii în adîncime decît la suprafață. Pînă de curînd, știința solului era în esență descriptivă și în mare măsură anorganică, bazată pe geologie și mineralogie. Abia acum începem să ne dăm seama că solul însuși este un întreg complex de organisme, dintre care nici unul nu poate fi modificat fără a influența pe toate celelalte.

Dependența reciprocă a grupurilor de organisme

Complexul organismelor aflate în relații reciproce — animale, plante și bacterii —, oriunde se găsește, constituie obiectul de studiu al *ecologiei*: această disciplină se ocupă de analiza influenței reciproce în general a tuturor organismelor dintr-un anumit loc. S-a constatat că *asociația* de organisme, de pildă de pe un cîmp sau dintr-un lac, are o coerență și o permanență proprie, mai mare decît aceea a fiecărui organism în parte. Vechea concepție simplistă despre lupta pentru existență cedează locul unei concepții despre o colaborare evolutivă între diferitele organisme. Această colaborare poate lua uneori forme întrucîtva paradoxale; de pildă, aceea dintre carnivore și erbivore. Starea cerbilor depinde în mare măsură de gradul în care numărul lor a fost redus sau menținut de

lupi și de vânători, după cum au dovedit consecințele nefericite ale introducerii cerbilor în Noua Zeelandă. Dar, în natură, într-un mediu uniform, se menține în general un anumit echilibru. Nici o specie nu se poate înmulți și, cu atât mai mult, nu poate dispărea fără a influența pe toate celelalte.

Denaturarea grosolană a expresiei lui Darwin „lupta pentru existență” sporește confuzia în ce privește înțelegerea dependenței reciproce reale dintre organisme. Ar fi de puțin folos pentru oricare individ sau specie dacă ar prospera cu prețul exterminării tuturor celorlalte organisme. Aceasta se aplică mai mult în cuprinsul aceleiași specii decât între organisme din diferite specii. Cu toate acestea, concepția despre lupta pentru supraviețuire este și astăzi la modă, în mare măsură datorită faptului că a fost și este încă atât de utilă pentru a justifica, în relațiile dintre oameni, concurența necruțătoare și legea dreptului celui mai tare. După cum a arătat Lîsenko, indivizii din aceeași specie intră în concurență numai în caz de supraaglomerare excepțională, ceea ce se întâlnește rareori în natură. De cele mai multe ori, atât la plante, cât și la animale, prezența altor indivizi din aceeași specie îmbunătățește caracterul adaptării la mediul înconjurător. O pădure, de pildă, este neîndoielnic prețioasă pentru toți pomii care trăiesc în ea.

Intervenția omului în echilibrul naturii

În istoria planetei noastre s-a deschis o fază nouă, când omul a început să intervină în străvechiul echilibru al naturii într-un mod cu totul diferit de oricare organism. Ca vânător și încă mai mult ca agricultor — la început inconștient și pe scară redusă, apoi conștient, pe scară mare, pe întreaga planetă, — omul s-a apucat să încline balanța naturii în favoarea sa. În ce măsură a reușit chiar de la început, se vede din faptul că specia umană s-a înmulțit și s-a răspândit într-un ritm din ce în ce mai accelerat. În primele faze, omul nu înțelegea prea bine ceea ce făcea, astfel că provoca uneori rezultate nedorite, ca exterminarea vînatului din care trăia și secătuirea pășunilor sau, parțial, a pămînturilor cultivabile; dar scara redusă a acestor acțiuni l-a împiedicat să ajungă la o secătuire definitivă a resurselor pămîntului. Astăzi, situația se prezintă altfel; oamenilor nu le lipsesc nici cunoștințele, nici puterea, dar succesul agriculturii moderne mecanizate și al defrișărilor a dus la degradarea solului planetei noastre în proporții primejdios de mari și la schimbarea climatului ei în așa fel, încît în multe locuri să fie neprielnic aproape pentru toate formele de viață.

Efectele distructive ale agriculturii în regimul capitalist

Această devastare intensă nu are nici o legătură cu răutatea sau prostia, presupuse înăscute omului, sau cu dorința lui neînfrînată de a se extinde, așa cum mulți publiciști ar vrea să convingă lumea ; ea se datorește pur și simplu caracterului prădalnic al capitalismului, răspîdit astăzi sub formă de imperialism pe o suprafață întinsă a lumii. Distrugerea solului a fost considerabil accelerată în ultimii 50 de ani prin metodele caracteristice ale necruțătoarei exploatarei capitaliste în goană după profituri imediate. Nu este necesar ca aceia care distrug în mod efectiv solul să fie ei înșiși capitaliști ; ei pot fi niște bieți fermieri arendași, care trebuie să asigure o recoltă bogată de cereale-marfă pentru ca să nu fie evacuați, sau niște africani împinși în rezervații de europenii, care le iau pămîntul cel mai bun. Cauze diferite duc la același rezultat, iar procesul este în continuă accelerare. Cu cît pămîntul este mai sărac, cu atît trebuie lucrat mai intens și cu atît se epuizează mai mult. 0.82 ; 0.84 ; 0.88

Conservarea

Cu toate acestea, nu există un motiv esențial pentru ca să continue această risipă și distrugere a unor resurse de neînlocuit. Curmarea acestor fenomene negative este posibilă din punct de vedere tehnic, după cum o dovedesc încercările sporadice și limitate de a le stăvili, chiar și în regimul capitalist.

Criza economică americană din jurul anului 1930 a dus la realizarea marilor lucrări dependente de Administrația Văii Tennessee și la apariția unei largi mișcări pentru conservarea solului ; ambele au reușit în ceea ce privește tehnica biologică. ^{6.155} Dar interesele particulare au avut grijă ca Administrația Văii Tennessee să rămînă doar un exemplu izolat a ceea ce se poate realiza prin planificarea unei regiuni, iar măsurile de conservare a solului se mărginesc numai la regiunile în care nu sînt afectate interesele proprietarilor, fiind părăsite ori de cîte ori agricultura intensivă devine rentabilă. De aceea ele nu sînt aplicate niciodată în ținuturile care au mai mult nevoie de ele, mai ales în vastele regiuni tropicale, în care predomină tot mai mult plantațiile și culturile de cereale-marfă pentru îmbogățirea acționarilor străini.

Transformarea naturii

Situația se prezintă cu totul altfel în acea parte a lumii în care astăzi nu se mai răsfrînge acțiunea pieței neorganizate și a trusturilor monopoliste. Acolo, îndeosebi în Uniunea So-

vietică, ameliorarea solurilor și valorificarea pustiurilor se face de zeci de ani. Acolo pământul aparține poporului și conservarea și îmbunătățirea lui permanentă constituie un capitol principal al investițiilor.

În anii de după război, acest proces s-a extins și s-a accelerat atât de mult, încât reprezintă cu adevărat ceva cu totul nou în istoria planetei noastre : o încercare bine chibzuită de a reface natura și de a transforma geografia în folosul omnirii. Pentru a putea imagina și executa o asemenea acțiune, este nevoie în primul rând de un popor obișnuit să lucreze pentru interesul obștesc și cu suficientă încredere pentru a face în prezent sacrificii în vederea unui viitor mai bun. Totuși, pentru ca această bunăvoință să dea roade, este necesar să se folosească la maximum știința și tehnica mecanizată în scopul îndiguirii râurilor, al tăierii de canale și al construirii de centrale electrice și, în același fel, tehnica biologică în scopul plantării perdelelor de păduri de protecție, al efectuării lucrărilor de irigație și al menținerii echilibrului între șeptel și baza furajeră.

Încă din 1956, în Uniunea Sovietică se începuseră lucrări tehnice de bază pentru a se crea în semideșertul amenințat de secetă din sud-estul Rusiei și în bazinul Caspicii o nouă civilizație agricolă și industrială, care în cele din urmă va putea hrăni 100 000 000 de oameni. Principiul este de a se folosi la maximum pământul, utilizându-l la niveluri diferite, în funcție de calitatea și de poziția solului. Câmpiile joase vor fi irigate cu ajutorul unor lacuri de acumulare așezate la o înălțime mai mare. Într-un caz, canalele de irigație traversează munții, într-altul ele trec peste un braț al mării. Terenurile înalte vor fi, de asemenea, irigate cu apă pompată cu ajutorul energiei electrice. Dincolo de regiunile cu irigație permanentă se vor întinde terenuri pentru creșterea vitelor, cu apă adusă prin conducte sau scoasă cu ajutorul pompei electrice din puțuri. Nisipurile mișcătoare din deșerturi se fixează prin plantații de saksaul și chiar și Soarele va putea fi folosit pentru pomparea apei și răcire.

Obiectul planificării îl constituie întregul bazin fluvial. Fluvii mari ca Volga, Donul și Niprul sînt transformate într-un șir de lacuri de acumulare, separate prin baraje cu ecluze și centrale electrice, de unde pornește o rețea de canale de irigație. Se va realiza un echilibru între inundații și secetă. Încă din 1956 se aflau în funcție trei hidrocentrale principale, inclusiv aceea de la Kuibîșev de pe Volga, cea mai mare din lume ; toate hidrocentralele de pe celelalte râuri europene ale Uniunii Sovietice trebuie să fie terminate în următorii zece ani. Se construiesc de asemenea canale de irigație pe toată su-

prafata țării, dar mai ales în deșerturile de pe malurile fluviului Amu-Daria.

Energia produsă de centralele hidroelectrice se va întrebuința atât în industrie și agricultură, cât și pentru irigații. Aceste întrebuințări multiple vor duce la o mai justă distribuire a sarcinii și la sporirea factorului energetic, în așa fel încât fiecare picătură de apă va putea fi folosită la maximum, atât din punct de vedere fizic, cât și chimic. În acest scop sînt folosite nu numai fluviile mari, ci și fiecare afluent mic. Fiecare colhoz sau grup de colhozuri sînt încurajate și ajutate pentru a-și putea face barajul, bazinul de retenție și hidrocen-trala lui proprie. Peste tot se pune accentul pe sistemul mixt de cultivare îmbinat cu cercetări de laborator și experiențe pe cîmp. Scopul este să se descopere și să se practice o agri-cultură care, în același timp, să protejeze și să îmbogățească solul, cu un bun echilibru ecologic între animale și plante. 6.104 ; 6.150

Transformarea unui ținut sterp într-unul roditor a devenit posibilă prin folosirea noilor mașini construite pe scară mare de industria constructoare de mașini agricole, realizînd în cîțiva ani îmbunătățiri care reprezintă o muncă de secole dacă ar fi fost făcută de fermieri (p. 371). Autocamioane uriașe, bul-dozere, excavatoare cu draglină și hidraulice execută munca a mii de oameni. Acțiunea lor are de pe acum asemenea propor-ții încît modifică condițiile naturale. Condițiile geografice nu mai pot fi socotite definitive ; suprafața globului va arăta de acum înainte așa cum va dori omul. De pildă, în țările baltice, din cauza rămășițelor din epoca glaciară — morene, blocuri eratice, turbării întinse pe terenuri mlaștinoase lipsite de dre-naj —, pămîntul este sărac și neproductiv. Ceea ce țaranii, muncind manual, n-au putut face timp de milenii înfăptuiesc mașinile în cîțiva ani : ele îndepărtează pietrele și bolovanii, taie albiile noi în vederea drenajului, luînd din turbă energia necesară pentru toate acestea și lăsînd în urma lor pămînturi bune pentru agricultură.

Văile, munții, cumpenele apelor, deșerturile, tundrele și chiar și fundul mării pot fi transformate. A doua serie de pla-nuri ale Uniunii Sovietice privesc schimbarea cursului marilor fluvii siberiene, care acum curg fără folos spre mlaștinile arctice și întoarcerea cursului lor prin trecătoarea Turgai spre depresiunea Aralului.

Asemenea planuri nu constituie un monopol sovietic. În Republica Populară Chineză, după terminarea războiului ci-vil, au fost luate numeroase măsuri de conservare a solului. Fluviul Huai, care prin revărsările lui sistematice devasta cele mai bogate provincii răsăritene, a fost stăvilat în decurs de un an, iar o altă realizare impresionantă este reglementarea

cursului afluenților fluviului Iantzi și fluviului Galben și crearea de bazine secundare pe aceste fluvii. Toate acestea s-au făcut într-un timp scurt, cu un minimum de utilaj, săpînd pămîntul cu tîrnăcopul și cărîndu-l în coșuri. Acest lucru s-ar fi putut întreprinde oricînd în ultimii 6 000 de ani, dar împărații și mandarinii erau neputincioși, nu puteau face nimic, chiar dacă ar fi vrut, întrucît regimul lor nu se bucura de sprijinul activ al poporului. ^{6.147}

În tot restul lumii există nenumărate posibilități pentru toate popoarele de a-și transforma țările lor cu ajutorul tehnicii și al științei. Unele o și fac. India a făcut un început bun cu lucrările de pe râul Damodar și cu alte proiecte, dar este împiedicată de lipsa de capital. Greutăți asemănătoare în finanțarea barajului de la Assuan, în Egipt, au creat la un moment dat o tensiune primejdioasă în situația internațională. Ea a fost micșorată datorită Uniunii Sovietice. Nu există nici o imposibilitate tehnică de a realiza asemenea proiecte, care ar ridica mult nivelul de trai al popoarelor. Numai că, pentru țările capitaliste, astfel de proiecte nu reprezintă investiții rentabile. În aceste țări se consideră că se pot realiza beneficii mai rapide și mai sigure dacă banii se investesc în armament sau în industria de bunuri de consum.

Toate aceste lucruri ar putea fi realizate de popoarele fiecăreia dintre țările slab dezvoltate dacă ar scăpa de efectele directe și indirecte ale dominației străine. Acestea s-ar putea înfăptui în mai puțin de o generație, chiar dacă numai o mică parte din potențialul tehnic irosit astăzi pentru armamente ar fi folosită pentru a-i ajuta pe oameni să cucerească natura, în loc să se distrugă unii pe alții. Priceperea și fondurile americanilor, irosite astăzi pentru fabricarea bombelor atomice și a avioanelor supersonice militare, și-ar găsi o întrebuințare frumoasă în încercarea de a-i întrece pe ruși pe propriul lor teren — adică în transformarea naturii — și nu în vederea profiturilor, ci pentru folosul obștesc. ^{6.82}

Problema populației

Chiar ceea ce s-a făcut pînă acum sub imboldul ideilor și metodelor socialiste ne permite să vorbim despre o uriașă extindere a civilizației — a agriculturii și industriei laolaltă — în care solul este nu numai conservat, ci continuu îmbunătățit, putînd hrăni în viitor un număr mult mai mare de viețuitoare. În lumina acestor cunoștințe și cercetări, toată vorbăria despre primejdia suprapopulării apare cu atît mai limpede ca o absurditate reacționară. Această reînviere a lui Malthus într-o formă modernizată se bazează pe fapte netăgăduite, consta-

tate în țările capitaliste sau în imperiile care depind de ele. Ca atare, aceasta nu dovedește decât eșecul fundamental al capitalismului în ceea ce privește sarcina elementară de a asigura viața oamenilor. Dar — așa cum gîndesc adevărații susținători ai capitalismului fără s-o spună, din prudență — aceasta nu a fost niciodată menirea capitalismului. Dacă nu rentează să asiguri viața oamenilor, atunci să fie lăsați să moară. Una dintre lozincile adversarilor republicani ai președintelui Roosevelt la alegerile din 1936 era : „Nu-i nevoie de lapte pentru hotențoți“. Acum, cînd republicanii sînt la putere, lozinca a fost schimbată : „Tunuri numai pentru anticomuniști“. Se propune și un mod mai uman pentru a ajunge la același rezultat fără a se face prea mult zgomot : să fie oprită nașterea copiilor. Asemenea idei, larg răspîndite sub ambalaj științific, aduc argumente în sprijinul disprețului pentru rasele nealbe care se înmulțesc „ca iepurii“, justificînd ideea ținerii sub control a acestei pacoste, care necăjește pe locuitorii „împărăției lui Dumnezeu“. ^{6.123}

Neomalthusianismul a contaminat adînc știința oficială din Marea Britanie și din S.U.A. În 1952 prof. A. V. Hill a ridicat întreaga problemă în cuvîntarea, intitulată „Dilema etică a omului de știință“, pe care a rostit-o în calitate de președinte al Asociației Britanice. Aici nu mai era vorba de a se mîrgini la controlul populației și la măsuri anticoncepționale. Pentru a preveni supraviețuirea prea multor oameni socialmente inferiori, care sînt osîndiți să moară cu încețul de foame și care stingheresc în lupta pentru hrană pe cei superiori lor, se face apel la vechiul agent divin — ciurma. Dacă oamenii se înmulțesc „ca iepurii“, trebuie să fie lăsați să moară ca iepurii :

„Dar să presupunem că în momentul de față s-ar cunoaște cu certitudine că presiunea unei populații care se înmulțește mereu, neredusă de boli, ar duce nu numai la epuizarea pe suprafețe mari a solului și a altor resurse de importanță capitală, ci și la menținerea și creșterea tensiunii și frămîntărilor internaționale, îngreunînd supraviețuirea civilizației însăși : oare majoritatea oamenilor rezonabili și plini de omenie și-ar schimba părerile ? Dacă principiile etice neagă dreptul nostru de a face răul pentru ca mai tîrziu să fie bine, sîntem noi îndreptățiți să facem binele cînd consecința previzibilă este răul ?“

Este mai bine ca întreg patrimoniul științei medicale să fie lichidat decât să se înfrunte tot ceea ce ar implica libertatea economică pentru popoarele „înapoiate“. Viața omenescă e sfîntă ; acest principiu moral dintre cele mai înalte ale civilizației noastre este călcat în picioare în numele interesului atotputernic al apărării proprietății private.

Astăzi ar trebui să fie clar că nu există vreo posibilitate de a se ridica nivelul de trai al țăranilor din țările înapoiate

dacă nu se va rupe definitiv cu vechiul sistem al moșiilor și plantațiilor și chiar cu sistemul unei țărâni formal libere, dar de fapt încătușate de companiile străine. Acest lucru se vede destul de bine din soarta Malayei, a Filipinelor și a republicilor producătoare de banane din America de Sud.^{6.88} O independență economică reală trebuie să se bazeze pe o industrializare în continuă creștere, care să creeze posibilitatea de a-i folosi tot anul pe muncitorii sezonieri și să asigure utilajul necesar unei agriculturi științifice. * Dar nimic din toate acestea nu se poate face în condițiile capitalismului. Capital străin nu prea pare să se găsească pentru așa ceva, iar capitalul particular autohton este prea mic și prea legat de profiturile imediate. Singura cale, lucru de care au început să-și dea seama India și Egiptul, este introducerea unor forme de socialism. Alte țări slab dezvoltate nu vor întârzia să le urmeze pilda, mai ales acum, când capitalismul și-a pierdut monopolul cunoștințelor tehnice (p. 583). Aceasta constituie într-adevăr singura posibilitate de a ieși din cercul vicios format de creșterea populației pînă la limitele de subzistență ale unui trai de mizerie.

Numai totala incapacitate de a concepe o altă stare de lucruri, împreună cu neplăcerea, de obicei nemărturisită, de a vedea că atîtea rase „inferioare” le contestă privilegiile, îi face pe oamenii de știință englezi și americani să sprijine politica de limitare a creșterii populației.

Sir Charles Galton Darwin a închis acum ciclul tradiției familiale, revenind la teoriile preotului Malthus. În cartea sa „Următorii un milion de ani”,^{6.28} el nu prevede nimic bun pentru rasa umană. El socotește că epoca lui Eduard al VII-lea a fost ultima epocă de aur a lumii.

În cartea lui, ca de altfel în orice lucrare neomalthusianistă, nu se pomenește mai nimic despre ceea ce se cunoaște sau despre ceea ce s-a realizat în ce privește folosirea științei în cadrul sarcinii elementare de a asigura oamenilor hrana. Totuși, ceea ce s-a făcut pînă acum reprezintă doar un început modest în raport cu ceea ce poate realiza biologia aplicată. Creșterea populației lumii nu este, în sine, catastrofală; ea are loc în proporție de 1—1,5% pe an, iar la un nivel de trai mai ridicat proporția va fi, probabil, mai mică. Deci, pentru a face față creșterii consumului de alimente, ar fi suficientă o creștere medie foarte mică a ritmului de producție. Cu posibilitățile tehnice actuale se poate realiza ușor un spor de 2% pe an. Aplicarea practică a ultimelor cercetări va deveni necesară abia mai târziu, cînd se va resimți lipsa de pămînt cultivabil disponibil.

Deocamdată ne găsim foarte departe de așa ceva. F.A.O.¹ apreciază că din suprafața totală a uscatului de pe globul nostru, de 33 de miliarde de acri, numai 3 miliarde sînt cultivate, adică mai puțin de 10%.^{6.80} După cum arată exemplul U.R.S.S. și al celorlalte țări socialiste, o mare parte din pămîntul rămas ar putea fi cultivat cu investiții nu prea mari. O evaluare făcută de geograful L.D. Stamp arată că prin aplicarea actualelor mijloace tehnice s-ar putea întreține la un nivel de hrană corespunzător o populație de 10 miliarde, adică de aproape patru ori mai mare decît populația actuală a globului. Cu ritmul actual de creștere a populației, această cifră va fi atinsă mult după anul 2100, iar pînă atunci oamenii se vor găsi într-o poziție mult mai bună decît astăzi pentru a ști în ce mod să rezolve problema hranei și a creșterii populației. Chiar dacă ei vor hotărî să continue sporul demografic, va mai fi suficient pămînt pentru o exploatare dirijată în mod mai științific, mai ales în zona deșerturilor, fără a mai pune la socoteală mările, care abia încep să fie exploatare. Există apoi și posibilitatea de a mări de 5 pînă la 10 ori productivitatea pămîntului actualmente cultivat, printr-o folosire mai intensivă a lui. Productivitatea medie actuală, încă foarte scăzută, reprezintă mai puțin de o treime din cea maximă. Este cert că prin cercetări biologice ea ar putea fi mult ridicată. Din substanțele vegetale cultivate cu atîta trudă, aproximativ patru cincimi sînt arse sau îngropate la arătură. Nu există nici un motiv ca lucrurile să se petreacă astfel. De pildă, ierburile verzi sînt bogate în proteine, care, după cum a arătat Pirie,^{6.115} pot fi extrase prin presare și consumate de animale, iar la nevoie chiar de oameni; pe de altă parte, celuloza care rămîne este un foarte bun nutreț. Astfel, de pe aceeași pășune, agricultorul ar putea obține slănină și ouă pentru a completa cantitatea de carne de vacă, de lapte și de unt de care dispune. Dar există posibilități și mai mari de a produce alimente din resursele vegetale, folosindu-se drojdiile și ciupercile, sau de a valorifica algele pentru fotosinteza dirijată.

A discuta cantitatea exactă de hrană care poate fi obținută prin metode științifice ar fi o discuție pur academică, deoarece metodele înseși se vor perfecționa și modifica pe măsura aplicării lor. Toate acestea s-ar putea realiza cu ajutorul surselor obișnuite de energie. Astăzi, cînd s-a obținut energie prin fisiunea nucleară și cînd ne putem

¹ F.A.O. — Food and Agriculture Organization, Organizația pentru alimentație și agricultură din cadrul O.N.U. — *Nota trad.*

aștepta la procurarea de cantități și mai mari de energie prin fuziunea nucleară (p. 544), perspectivele mai îndepărtate ale producerii alimentelor sînt, practic, nemărginite. Atîta vreme cît se practică agricultura obișnuită, energia atomică poate asigura apa și căldura necesară (p. 597); dar cînd populația globului se va înmulți de o mie de ori sau mai mult, se va putea recurge la alte metode, mai directe, care vor fi cu siguranță elaborate dacă aceasta va fi necesar, între care și transmutația atomică. Spectrul lui Malthus este definitiv alungat.

Dar nimic din toate acestea nu poate aduce mîngîiere acelor care în momentul de față rabdă de foame. În această problemă greutățile reale nu sînt de ordin tehnic sau științific, ci mai curînd de ordin social și economic, și ele nu vor fi rezolvate decît prin crearea condițiilor în care știința să poată fi folosită în practică. Dacă s-ar putea scutura o dată jugul imperialismului și s-ar pune capăt orientării resurselor tehnice în direcția pregătirilor de război, ar exista resurse materiale din belșug pentru înzestrarea mecanică și chimică necesară transformării agriculturii în cursul unui deceniu, precum și fonduri din belșug pentru cercetări și pentru realizarea progresului științific. Exploatarea capacității nefolosite a industriei de automobile a Statelor Unite ar permite furnizarea către China, într-un an, de suficiente tractoare pentru a mări producția de cereale cu 50%. În 1951, din însărcinarea Secretariatului General al Organizației Națiunilor Unite, un grup de experți a apreciat că o investiție anuală de 19 miliarde de dolari ar fi suficientă pentru a ridica nivelul de trai al țărilor slab dezvoltate cu 2% pe an.^{7.26} Pentru un progres temeinic, coeficientul este de aproximativ 6%. Dar fiind însă că astăzi se cheltuiesc aproximativ 100 de miliarde de dolari, în mod direct sau indirect, pentru pregătiri de război, o astfel de creștere ar putea fi imediat realizată. O discuție mai recentă asupra acestei chestiuni poate fi găsită în cartea mea „O lume fără război”.^{0.9a}

Medicina socială

Transformarea agriculturii nu reprezintă decît un aspect al puternicei influențe pe care biologia modernă o exercită asupra societății; celălalt aspect este transformarea corespunzătoare a medicinei. Marile contribuții aduse în secolul al XX-lea de biologie și mai ales de biochimie în medicină — vitaminele, hormonii, antibioticele, radiologia și radio-

terapia — constituie numai o parte dintr-o transformare mult mai amplă a meșteșugului vindecării oamenilor într-o știință a sănătății. Datorită în mare măsură presiunii exoritate de protestul clasei muncitoare, înarmată cu doctrina socialismului științific, boala a început să fie privită mai puțin ca o pedeapsă sau ca un avertisment divin ori chiar ca o consecință firească a unei vieți josnice, de beție și degradare, și mai mult ca o oglindire a condițiilor de trai impuse de un sistem social necruțător și abrutizant.

Medicina socială, întocmind și analizând statisticile medicale, ^{6.99a} a început să dezvăluie cu luciditate, în cifre, ceea ce era de mult evident, și anume că principala cauză a bolilor este mizeria. ^{6.101} Primul obiectiv l-au constituit bolile profesionale. În ciuda predicilor puse cu înverșunare de cei ale căror profituri depind de sacrificarea vieților omenești, au fost dezvăluite cauzele celor mai vădite boli profesionale: intoxicația cu plumb la vopsitori și la muncitorii din industria olăriei, necroza maxilarelor datorită intoxicației cronice cu fosfor la muncitorii din industria chibriturilor, silicoza minerilor și oțelarilor; în sfârșit, după mulți ani, au fost impuse prin lege unele măsuri de protecție și unele despăgubiri, cu toate că și astăzi în Marea Britanie mor anual de pe urma unor asemenea boli aproximativ 800 de oameni. ^{6.141a} Aerul încărcat cu funingine al orașelor industriale își primește și el tributul; la Manchester, de pildă, numărul celor care mor de afecțiuni ale bronhiilor este de cinci ori mai mare decât în sudul Angliei. În 1952 pîcla formată de ceață și fum, care ar fi putut să fie evitată, a ucis la Londra peste 400 de oameni în două zile.

Cea mai mare realizare a medicinei sociale din secolul al XIX-lea a constituit-o introducerea măsurilor sanitare. Acestea au făcut să dispară din țările industrializate bolile transmise prin apă — holera și febra tifoidă —, lăsînd însă neatinsă două flagele: tuberculoza și bolile infantile. Ele urmau să cedeze în secolul al XX-lea, în fața condițiilor mai bune de locuit, a măsurilor sanitare îmbunătățite și mai ales a alimentației mai bune. Valoarea socială a descoperirii vitaminelor constă nu atît în însuși consumul de vitamine, cît în faptul că a concentrat atenția asupra nutriției ca factor primordial în păstrarea sănătății, în special a sănătății copiilor. Încet, dar sigur, în ciuda obstacolelor ridicate de crizele economice și de războaie, alimentația în țările industriale dezvoltate s-a îmbunătățit, aducînd o scădere a tuberculozei și o reducere impresionantă a mortalității infantile.

Aceste succese au dezvăluit în toate ororile ei adevărata cauză a proporției mari de boli și decese în țările mai puțin dezvoltate. Dacă în Suedia moare, din 50 de copii, unul, de ce în India trebuie să moară unul din șase? Astăzi este cu totul evident că două treimi din populația lumii moare din lipsă de hrană și de îngrijire medicală, ceea ce s-ar putea evita, iar din zece copii care mor astăzi în primii ani de viață, nouă ar putea fi salvați. A ști acest lucru și a nu interveni cu nimic înseamnă a fi complice la omucidere, complicitate doar mai puțin directă decât consimțământul la uciderea cu bombe atomice.

Serviciul național al sănătății

Aceste cunoștințe n-au rămas totuși fără efect. În ultimii 50 de ani, pe toată suprafața globului, cu excepția citadelor individualismului, unde sănătatea, ca și toate celelalte lucruri, este de vânzare, s-a revendicat în mod susținut dreptul la servicii sanitare gratuite. Chiar și în Anglia, corpul medical a acceptat loial, deși nu prea bucuros, să facă parte dintr-un Serviciu național al sănătății. Acesta este încă un serviciu sanitar mai mult nominal decât efectiv. Apărătorii intereselor naționale au avut grijă ca în Anglia, din 1940 și pînă acum, să nu se clădească decât cinci centre sanitare și un spital civil. În cea mai mare parte, Serviciul național al sănătății ține încă de vechile dispensare, unde medici extenuați împart medicamente ineficace mulțimii de pacienți care stau la coadă, dîndu-le sfaturi pe care aceștia nu le pot urma. Totuși, aceasta ar putea fi începutul unei noi atitudini față de sănătate, atitudine care să aibă ca preocupare primordială asigurarea dreptului copiilor, femeilor și bărbaților la un mediu social și biologic care să le asigure o viață normală, activă și sănătoasă. Medicul va fi și atunci necesar, dar mai curînd ca sfătuitoare și paznic al sănătății decât ca lecuitor de trupuri închircite sau frînte de condițiile rele în care își duc viața.

Medicina socială presupune în mod logic producție socială și repartiție socială; oum i s-ar putea garanta altfel fiecărui om munca, odihna și hrana care îi priesc? Pe scurt, aceasta presupune un regim socialist, și tocmai de aceea, mai ales în S.U.A., socialismul este combătut cu atîta înverșunare; el lovește în consfințirea oficială a lipsurilor și mizeriei, care, după concepția celor trîndavi și nesățioși, reprezintă singurele mijloace de a-i constrînge la muncă pe cei săraci și indolenți.

Împotriva, pretutindeni unde au triumfat forțele populare, s-a procedat imediat la îmbunătățirea serviciilor sanitare, mai ales pentru copii. Prin îmbunătățirea situației medicilor și a infirmierelor, prin înlăturarea necesității concurenței pentru acapararea celor câțiva pacienți care-și plătesc consultația, a fost învinsă împotrivirea adânc înrădăcinată a medicilor față de creșterea numărului colegilor lor. De pildă, în epoca țaristă exista în Uzbekistan, un medic la 31 000 de locuitori ; în 1952 exista un medic la 895 de locuitori, iar în Azerbaidjan unul la 490 de locuitori. Aceste cifre pot fi comparate cu cele din Marea Britanie, unde există un medic la 862 de locuitori sau cu cele din Nigeria, unde în 1953 exista un medic la 56 000 de locuitori. ^{0.89a ; 0.130}

În China progresul medicinei sociale a fost și mai impresionant. Acolo, campania sanitară a luat forma unei mișcări populare de masă. În prima fază s-a pornit la lichidarea surselor de infecție. China a fost una dintre țările cele mai bîntuite de muște din lumea întreagă ; după doi ani de guvernare populară, cu greu s-ar mai fi putut găsi o muscă în vreun oraș sau sat chinezesc. ^{0.135b} Centrele de ciumă endemică au fost dezinfectate radical și peste 400 000 000 de oameni au fost vaccinați împotriva variolei. Numărul serviciilor medicale a sporit considerabil. În China de nord-est, de pildă, existau în iunie 1952 de 20 de ori mai multe spitale pe lângă fabrici și mine și de 12 ori mai multe clinici decît înainte de eliberare. Astăzi există în China un medic la 625 de muncitori. Media pe țară este de un medic la 880 de oameni. S-au construit uzine pentru fabricarea noilor medicamente de importanță vitală, zădărnîcindu-se astfel intențiile brutale ale Americii, care a interzis exportul lor în China.

O transformare asemănătoare ar putea fi realizată în toate regiunile tropicale și subtropicale nesănătoase, dar nesănătoase numai pentru că sînt sărace și exploatare. Ea poate fi realizată de popoarele respective și numai de ele. Ajutorul medical venit din afară, oricît ar fi de bine intenționat, nu este decît un paliativ, iar uneori nici măcar atît, deoarece, fără o reformă agrară, el duce numai la pauperizarea generală. În epidemia de malarie din Bengal din 1944, medicamentele distribuite gratuit au luat imediat calea bursei negre, deoarece bolnavii care le primeau preferau riscul morții de pe urma bolii certitudinii de a muri de foame.

În ultimii 50 de ani, știința biologică și practica medicinei sociale au dovedit că în momentul de față omul este

În stare să reducă povara morbidității și a mortalității, care au dezolat omenirea atîtea mii de ani. Astăzi, cînd toate aceste lucruri sînt cunoscute, nimic pe lume, nici chiar cea mai perfectă dezvoltare a bombelor cu hidrogen și a substanțelor supratoxice nu va putea împiedica masele populare să-și asigure o viață bună și sănătoasă.

11. 9. Viitorul biologiei

Această expunere privind situația actuală a biologiei și efectele ei asupra societății ar trebui să scoată în evidență, tocmai pentru că a fost lungă și cuprinzătoare, căile tot mai numeroase prin care noile cunoștințe influențează viața a aproape fiecărui om. Biologia s-a dezvoltat doar puțin mai încet decît științele fizice, dar a avut asupra societății un efect mult mai rapid decît ele, cu excepția folosirii ei în slujba războiului. Un medicament nou sau un soi nou de plantă poate fi pus la dispoziția oamenilor mult mai repede decît o metodă nouă de construcție sau o nouă aparatură mecanică ori chiar un avion de tip nou. Rentabilizarea științelor biologice este mai rapidă, iar capitalul rulat este mai mic.

Acest considerent, privit sub o altă prismă, relevă că biologia nu este chiar direct legată de industria grea. Acesta este unul dintre motivele principale pentru care fondurile ce i se acordă și numărul cercetătorilor în științele biologice sînt mult mai reduse decît în domeniul științelor fizice.

În viitorul apropiat, presupunînd că războiul rece se va sfîrși, este neîndoielnic că biologia se va dezvolta foarte repede datorită marilor avantaje pe care le oferă. În același timp, interesul pentru biologie în sine va atrage din ce în ce mai mulți cercetători pricepuți. În afară de fizica nucleară, cel mai atrăgător domeniu de cercetări este astăzi biologia, și mai ales biochimia și biofizică, deoarece ridică probleme foarte complexe, în care ingeniozitatea este deosebit de prețuită. Din ceea ce s-a descoperit în ultima jumătate de veac se vede astăzi limpede ce concepție absolut mărginită și simplistă aveau cercetătorii de mai înainte despre organisme și interacțiunile lor. Pînă și cele mai simple organisme sînt de o mie sau de un milion de ori mai complexe decît cele mai complicate mecanisme concepute de om. Într-adevăr, dacă vechii biologi și-ar fi închipuit vreodată gradul de complexitate a problemelor de care se ocupau, probabil că n-ar fi avut curajul să-și asume misiunea rezolvării lor, căci, după cum a arătat Marx, omul

nu-și propune o problemă pînă cînd nu are și mijloacele de a o rezolva. Pe măsură ce sporesc cunoștințele biologice, crește și complexitatea problemelor pe care le atacă biologia.

Perspective noi în biologie ?

După cum am încercat să arăt mai înainte, mijloacele de soluționare a acestor probleme devin acum mai accesibile. Noile metode chimice și fizice sînt pe cale să transforme concepțiile noastre nu numai asupra structurilor biologice, ci și asupra funcțiunilor biologice. Microscopul electronic, atomii marcați și aparatele electronice de detectare ne deschid noi perspective în biologie. Noile concepții în chimia polimerilor și metodele statistice, înlesnite de mașinile electronice de calcul, ne pot ajuta să analizăm descoperirile făcute cu aceste instrumente, de la structura internă a virusurilor pînă la comportarea societăților animale. Problemele cele mai pasionante în momentul de față sînt, după părerea mea, cele privitoare la structura celulelor și semnificația lor biochimică, cuprinzînd chestiunile de ordin vital, legate de rolul proteinelor, al acidului nucleic și a lipidelor, de localizarea și controlul proceselor metabolice, în special ale fotosintezei, precum și de o înțelegere mai profundă a diviziunii celulare și a conjugării sexuale. Probabil că de aici se vor deschide noi perspective în biologie. La celălalt capăt al scării avem perspectiva rezolvării problemelor legate de controlul nervos intern al organismelor și de comunicarea dintre ele, domeniu în care de asemenea se prevăd progrese însemnate. În legătură cu aceste două grupuri de preocupări se află perspectiva de a se alcătui un tablou mai logic al eredității și evoluției, pornind de la originea vieții pe Pămînt și urmărind dezvoltarea ei pînă la apariția societății omenești.

Spre o nouă teorie biologică

Perspectivele unor progrese multiple într-un domeniu atît de vast subliniază nevoia tot mai mare de colaborare. Un progres real în biologie reprezintă în mod necesar o vastă acțiune de colaborare, indiferent dacă ea este acceptată sau nu, căci valoarea muncii fiecărui om în parte este în funcție de munca altor zeci de oameni. Acest progres cere un serviciu de informații dirijat și un oarecare simț

strategic (p. 910) care să nu împiedice recunoașterea și exploatarea a ceea ce este nou și neașteptat.

Prin însăși firea lucrurilor, biologicul nu poate fi la fel de simplu ca fizicul sau chiar chimicul, deoarece primul le conține pe amîndouă. Apoi, biologia nu se poate exprima într-un limbaj matematic precis, deoarece trebuie să se ocupe de un număr de elemente mult prea mare pentru a putea fi numărate. Într-adevăr, majoritatea încercărilor de a reduce biologia la formule matematice au dus, tocmai pentru că ele sînt prea abstracte și necorespunzătoare, la erori care s-ar fi putut evita dacă aceleași idei ar fi fost exprimate în cuvinte. Totuși, dat fiind că este necesar ca noi să putem mînuie în mod practic sistemele vii, trebuie să se găsească un limbaj potrivit pentru a le descrie și a gîndi noțional despre ele, controlîndu-le astfel în mod rațional și nu tradițional. Orice limbaj biologic util trebuie să trateze despre structura și comportarea organismelor ca atare, în termeni care să corespundă marii lor complexități.

Noi generalizări : metoda dialectică

Forma pe care o va lua acest limbaj începe să se întrevadă chiar în haosul de descoperiri și controverse biologice de astăzi. Acum devine tot mai evident că în biologie sînt pe cale să apară noi generalizări de mare importanță. Descoperirile esențiale din biochimie, care au atras atenția asupra originii și naturii chimice a vieții, trebuie acum integrate într-o teorie biologică generală. O asemenea teorie trebuie să fie, prin natura ei, evoluționistă ; ea trebuie să demonstreze că actualul caracter este o rezultată a trecutului, întrupat în structuri și funcțiuni biologice. Vechiul studiu al biologiei se baza pe caracterele și pe comportamentele vizibile ; noul studiu trebuie să pătrundă pînă la nivelul atomilor, deși o dată cu aceasta trebuie să nu piardă din vedere unitățile mai complexe ale organismelor și societăților. Toomai pentru că acest studiu trebuie să cuprindă atît structura cît și istoria, el nu poate fi clădit decît pe metodele materialismului dialectic. Teoriile mecaniciste din perioada newtoniană nu pot face față aspectului esențialmente istoric al biologiei. În fizică este de obicei suficient să se cunoască modul de funcționare a sistemelor. În biologie este tot atît de important să se știe modul în care sistemele au ajuns să fie așa cum sînt. Întreaga dramă a evoluției este un exemplu de producție în serie a unor forme noi, apărute în esență din conflictele iscate în stadiile anterioare, datorită contradicțiilor inevitabile dinăuntru organismului și din raporturile lui cu mediul înconjurător.

Aplicațiile cercetărilor biologice

Aceste considerații, deși în aparență teoretice, pot fi de cea mai mare importanță socială și economică. Cu cât vom ajunge mai aproape de o înțelegere temeinică a biologiei, cu atât mai repede vom putea dobândi controlul conștient asupra mediului viu și asupra propriului nostru organism. Au și început să se deschidă multe perspective interesante. Lărgirea cunoștințelor în domeniul științei solului, ecologiei și fiziologiei plantelor poate asigura recolte mult mai mari și o productivitate constantă. Posibilitatea de a dirija ereditatea va duce la obținerea unor plante alimentare nu numai ameliorate, ci și de tip nou, adaptate la toate climatele. Există o serie infinită de posibilități pentru a se produce alimente și medicamente noi, prin cultivarea drojdiilor, a ciupercilor și a algelor. O biochimie aplicată în mod rațional ne va ajuta să folosim cât mai complet și mai bine articolele alimentare pe care le producem, făcând din pregătirea mâncărilor o știință, dar menținându-i succesele repute ca artă.

Progresele în medicină ne privesc și mai direct. Cunoștințele mai profunde în domeniul biochimiei și fiziologiei ne vor face să înțelegem mai bine adaptarea funcțiunilor corpului la mediul înconjurător, astfel încât boala se va dovedi mai curînd o tendință care trebuie înlăturată decît o stare care trebuie vindecată. Încă nu știm care este regimul alimentar optim, pe întreg ciclul vieții, adaptat fiecărui individ ; dacă l-am ști, nevoia de medicamente s-ar reduce la minimum. Totodată, am putea dispune de medicamente specifice pentru a opri net orice tulburări metabolice care n-au fost prevenite. După ce bolile infecțioase și cancerul vor deveni inofensive, dacă nu vor dispărea complet, interesul se va concentra asupra prelungirii vieții și sănătății mult peste limitele actuale. Chirurgia poate și acum să vindece sau să înlocuiască, în mod temporar, organe vitale ca inima și rinichii. O cunoaștere mai profundă a metabolismului celular ne-ar permite să regenerăm organele lezate. Bolile mintale, atunci cînd sînt de origine fiziologică și nu socială, ar ceda în fața progreselor în cunoașterea funcțiunilor neurologice.

Toate acestea și multe altele la care nici nu ne-am gîndit pînă acum se vor realiza într-un ritm mai rapid decît cel al cercetărilor care se efectuează astăzi în domeniul biologiei. Acest ritm ar putea fi ușor și repede intensificat dacă eforturile consacrate acum cercetărilor militare ar fi îndreptate în direcția biologiei. Problemele puse de o

TABELUL
Biologia în secolul al

	Evenimente istorice	Biochimia	Microbiologia	Medicina
1890	Războaiele coloniale	Nașterea biochimiei		
	Dezvoltarea monopoliurilor	Buchner — enzimele	Ivanovski — virusurile plantelor Löffler — virusurile animalelor Landsteiner — grupele sanguine	Eykman — beri-beri Studii asupra nutriției
1900	Războiul ruso-japonez			
	Prima revoluție rusă	Wilstatter — fotosinteză		Hopkins — Vitaminele
1910	Creșterea încordării între puterile imperialiste	Henderson — „Caracterul adecvat al mediului înconjurător”		Ehrlich — chimioterapia, salvarsanul
	Primul război mondial			
	Revoluția rusă	Warburg — fermentii respiratori	Herelle — bacteriofagul	
1920	Criza postbelică Fascismul în Italia	Svedberg — ultracentrifuga		Hormonii Banking — insulina Doisy — hormonii ovarieni Minot — factorul anemiei pernicioase
	Grevă generală în Anglia			
1930		Summer — enzimele cristalizabile	Stanley — Bawden — Pirie — virusurile cristalizabile	Windaus — vitamina D St. Gyorgy — vitamina C Antibioticele Domagk — sulfamidele Fleming, Florey, Chain — penicilina
	Marea criză economică	Keilin — citocromul		
	Venirea la putere a hitleriștilor în Germania	Krebs — ciclul acizilor tricarboxilici	Engelhart — Insușirile enzimactice ale mușchiului	
	Războiul civil din Spania			
	Al doilea război mondial			
1940	Invazia hitleriștilor în Uniunea Sovietică	Perutz — studiul proteinelor cristalizabile cu ajutorul razelor X	Avery — modificarea unui tip de pneumococ Studierea virusurilor și a bacteriofagilor la microscopul electronic	Fabricarea penicilinei pe scară industrială Alte antibiotice
	Eliberarea			
	Războiul reco	Sanger — ordinea aminoacizilor în proteine		Cortizonul Vitamina B12
	China comunistă			
1950	Războiul din Coreea			
	Încordarea scade		Franklin — structura internă a virusurilor	Gudov, Androsov — chirurgia mecanizată
1955	Conferința de la Geneva	ACTH sintetic	Fraenkel Conrat — infectarea virotică prin acid nucleic	

În tabelul de față am periodizat științele biologice la fel ca științele fizice. Coloanele sînt astfel așezate, încît să corespundă aproximativ cu secțiunile capitoului al 11-lea, cum rezultă din text. Nu sînt arătate decît cîteva dintre progresele principale. În biologie, mai mult chiar decît în fizică, o singură cercetare

XX-lea (capitolul II)

CITOLOGIA ȘI EMBRIOLOGIA	MECANISMUL DE CONTROL	EREDITATEA, EVOLUȚIA ȘI ECOLOGIA
<i>Koelle și Driesch</i> — embriologia experimentală	<i>Starling</i> — electrocardiograful	<i>Bateson</i> — redescoperirea lui Mendel
<i>Loeb</i> — fecundarea artificială a ouălor	<i>Pavlov</i> — reflexele condiționate	<i>De Vries</i> — mutații <i>Schimper</i> — ecologia plantelor
Numeroase studii despre fecundare și diviziunea celulară	<i>J. S. Haldane</i> — respirația <i>Sherrington</i> — sistemul nervos	<i>Glinka</i> — pedologie <i>Johannsen</i> — liniile pure <i>Bateson</i> — înălțuirea genelor în cromozomi <i>Morgan</i> — genetika muștei <i>Drosophila</i>
<i>Harrison, Fell</i> — cultura de țesuturi. Dezvoltarea organelor	<i>Watson, Köhler</i> — psihologia animalelor <i>Von Frisch</i> — comunicarea la albine <i>Berger</i> — electroencefalograful	Cromozomii și genele <i>Volterra</i> — lanțuri trofice <i>Müller</i> — provocarea mutațiilor prin raze X
<i>Spemann</i> — dezvoltarea embrionului, organizatorul	<i>Adrian</i> — natura electrică a impulsului nervos	<i>Fisher</i> — teoria statistică a evoluției <i>J. B. S. Haldane, Ford</i> — ecologia și evoluția <i>Lisenko</i> — iarovizarea
<i>Ruska și Ardenne</i> — microscopul electronic	<i>Young</i> — comportamentul și neurologia paraziților	Controversele asupra geneticii în Uniunea Sovietică
<i>Wyckoff</i> — studierea organismelor și țesuturilor	<i>Hodgkin</i> — modificări chimice în nervi	
Stabilirea structurii intracelulare cu ajutorul microscopului electronic <i>Huxley</i> — structura fibrei musculare	<i>Grey — Waller</i> — analiza curenților cerebrați	

poate dura 20 de ani ; de pildă, lucrarea clasică a lui Landsteiner despre grupele sanguine se întinde pe primele trei decenii ale secolului nostru. Datele istorice care figurează în tabel au deci o exactitate relativă. Am încercat totuși să indic data rezultatelor celor mai decisive ale cercetărilor.

populație în creștere și de o producție alimentară staționară sau chiar în descreștere nu vor putea fi rezolvate decât prin progrese rapide ale științei biologice. Nici un sistem social, oricât de bun, nu se poate sustrage mult timp exigențelor omenești atât de imperioase, mai ales când există în aceeași perioadă și demonstrații practice despre felul în care biologia poate fi valorificată pe deplin în slujba omului. Viitorul biologiei constituie, în sine, o problemă în egală măsură socială și științifică, iar transformările pe care le va trăi societatea omenească în această perioadă de tranziție vor schimba cu siguranță atât știința biologiei, cât și mediul biologic al omenirii.

CAPITOLUL AL 12-LEA

ȘTIINȚELE SOCIALE ÎN ISTORIE

12. 0. Introducere

Cunoașterea societății în care trăiește omul i-a fost și îi este încă mult mai dificilă decât cunoașterea lumii materiale care-l înconjură, a plantelor și animalelor care trăiesc în ea. Științele sociale în ansamblul lor sînt cele mai recente și mai puțin desăvîrșite dintre științe și se pune la îndoială în ce măsură în forma lor actuală li se poate atribui în genere numele de științe. Într-adevăr, după cum am arătat (p. 317), tradiția engleză a științei, conservată de Societatea Regală, refuză să le recunoască acest titlu. În Marea Britanie și America, termenul de știință este rezervat științelor naturii. În alte țări însă acest termen include și științele sociale. Tocmai datorită faptului că științele sociale se ocupă de mobilele actelor sociale ale oamenilor, ele au o legătură mai directă cu istoria decât o au științele naturii. Din acest motiv, în orice încercare cuprinzătoare de a analiza dezvoltarea științei în general în raport cu dezvoltarea societății își găsesc locul și științele sociale.

Deoarece s-au dezvoltat foarte tîrziu, științele sociale considerate în ansamblu n-au avut autonomia de care s-au bucurat în secolul al XIX-lea științele naturii; tot din aceeași cauză ele au adus cu sine în secolul al XX-lea multe concepții preștiințifice preluate din obiceiuri și din religie. În consecință, pentru ca științele sociale din epoca noastră să poată fi înțelese, trebuie să revenim într-o mare măsură la perioadele analizate în capitolele precedente în legătură cu istoria altor științe. Din acest motiv, am socotit că este preferabil să tratez problema în două capitole. Primul capitol, cel prezent (12), se ocupă de istoria științelor

sociale pînă la primul război mondial, iar al doilea (13) de istoria lor în perioada mai apropiată de zilele noastre.

Primul capitol începe cu o scurtă expunere asupra obiectului și subîmpărțirilor științelor sociale, subliniind deosebiri esențiale dintre științele sociale, de o parte, și științele fizice și biologice, de alta. Se arată că rămînerea în urmă a științelor sociale a fost determinată nu atît de particularitățile lor lăuntrice sau de complexitatea problemelor, cît de puternica presiune socială exercitată de grupurile dominante pentru a împiedica o discuție serioasă asupra bazelor societății. Se analizează apoi modul în care această atitudine a fost înfrîntă treptat prin revoluții sociale, pentru a se ajunge în timpurile noastre la apariția și la dezvoltarea a două sisteme opuse de științe sociale, corespunzînd diviziunii dintre *capitalism* și *socialism*. Sistemul socialist al științei despre societate a început să se contureze curînd după revoluția franceză, găsindu-și o expresie pe deplin încheagată în „Manifestul Partidului Comunist” al lui Karl Marx și Friedrich Engels din 1848.

Începînd cu perioada de după 1848 va trebui să analizăm dezvoltarea acestor două sisteme divergente de științe sociale. Prima fază a acestei dezvoltări a durat pînă în 1917, situîndu-se în întregime în cadrul sistemului economic capitalist atotcuprinzător. Este just ca această dată să marcheze sfîrșitul acestui capitol, deși ea nu corespunde cu data stabilită, din alte considerente, ca început al noii ere în științele fizice (1895). Atît sistemul capitalist, cît și cel socialist al științei despre societate s-au dezvoltat și după această dată, păstrînd continuitatea cu formele lor mai vechi; după 1917 însă, fiecare dintre ele își găsește expresia deplină în societăți distincte. Acestei dezvoltări și interacțiunii celor două sisteme de științe sociale le este consacrat capitolul al 13-lea.

Îmi dau seama că un asemenea mod de expunere nu este în concordanță cu principiul cronologic care stă la baza lucrării, dar dintre toate alternativele aceasta mi s-a părut mai convenabilă. Unii cititori vor prefera, poate, așa cum am arătat în prefață, să desprindă paragrafele istorice din acest capitol, pentru a le citi o dată cu părțile I-V și să treacă direct de la capitolul al 11-lea la capitolul al 13-lea. Din punctul de vedere al cronologiei, paragraful 12.2 se leagă de partea a II-a, 12.3 de partea a III-a, 12.4 de partea a IV-a și 12.5 — 7 de partea a V-a. Necesitatea de a trata, începînd din 1848, două curenți de idei ridică și o altă dificultate. Ar fi fost posibil să fi prezentat consecutiv dezvoltarea științelor sociale academice și aceea a

științelor sociale marxiste. Mi s-a părut însă mai indicată metoda pe care am adoptat-o de a împărți dezvoltarea ambelor sisteme de științe sociale în două părți: pînă în 1917 și după 1917 și de a le analiza paralel, pentru ca în felul acesta concepțiile aparținînd aceleiași epoci să poată fi examinate într-o mai strînsă legătură unele cu altele. În orice caz, prezentarea interacțiunii dintre evenimentele istorice și concepțiile sociale trebuie să ia forma unui fel de *contrapunct*, în care diferitele teme să se îmbine organic.

12. 1. Sfera și caracterul științelor sociale

Științele sociale pot fi împărțite în două mari grupe: cele *descriptive* și cele *analitice*, deși, firește, suprapunerile acestor noțiuni sînt inevitabile. Științele sociale descriptive, ca *arheologia*, *antropologia* și *sociologia*, descriu societățile din trecut și de astăzi, structura, interacțiunile și dezvoltarea lor. Ele pot fi grupate la un loc, într-o categorie mult mai cuprinzătoare: *istoria omenirii*. Științele sociale analitice caută să descopere relațiile fundamentale care determină diferitele aspecte ale comportării societăților, punînd un accent special pe societățile actuale. De obicei se consideră ca făcînd parte din această categorie *economia politică*, *știința dreptului*, *știința politică* și *pedagogia*. Din motive pe care le vom expune ulterior, științele sociale analitice cuprind și o mare parte din *psihologie* și *filozofie*, în special *filozofia moralei* (etica) și *estetica*.

Științele sociale și științele naturii

Toate aceste domenii de cercetare pot fi considerate științe numai în măsura în care folosesc metodele științifice utilizate în științele naturii, adică în măsura în care ele se sprijină pe o bază materială, iar exactitatea tezelor lor poate fi verificată prin previziuni juste și prin aplicare în practică. În domeniul științelor sociale, acest lucru s-a făcut în foarte mică măsură, datorită unor dificultăți intrinsece specifice, pe care le vom analiza mai tîrziu. În consecință, multe părți ale lor sînt considerate științe numai în mod convențional sau pentru înlesnirea studiului: ele se întrepătrund pe nesimțite cu domeniile neștiințifice ale *religiei*, *literaturii* și *artelor* și al altor activități omenești consacrate comunicării ideilor, imaginilor și sentimentelor, care toate laolaltă contribuie la cultura societății, asigurîndu-i vitalitatea și dezvoltarea. Într-adevăr, astăzi, ca și în trecut, o mare parte din ceea ce au mai bun științele sociale se găsește în romane și poezii, în piese de teatru și în filme. Re-

lațiile dintre științele sociale și practică, respectiv conducerea societății sînt de asemenea mai puțin precise și mai puțin directe decît cele dintre științele naturii și dirijarea lumii materiale. *Comerțul, organizarea industriei, administrația, dreptul și politica* sînt practic activități sociale, dar ele sînt încă departe de a fi științe sociale aplicate. De fapt, o mare parte din științele sociale reprezintă doar transpunerea în limbaj științific a practicii curente a diverselor meșteșuguri și profesii.

Tocmai această legătură cu activități ale unor grupuri de persoane interesate și nu cu o lume materială indiferentă a împiedicat științele sociale, într-o măsură mai mare decît oricare alt factor, să capete caracterul relativ independent al științelor naturii. În termeni marxisti, în timp ce științele naturii se ocupă în primul rînd de *forțele de producție* ale societății, științele sociale au ca obiect *relațiile de producție și suprastructura* ideologică, creată pentru menținerea și justificarea acestor relații. Chiar și fără o analiză marxistă, este evident că în lumea capitalistă dezvoltarea științelor sociale a rămas mult în urma dezvoltării științelor naturii. Stadiul în care ele se găsesc astăzi este oarecum analog aceluia la care ajunseseră științele naturii înainte de Galilei și de Newton. În capitalism, științele sociale sînt în esență discursive și clasificatoare și, cu toate că în epoca contemporană au ajuns să recurgă la măsurători folosind statisticile, ele sînt lipsite de experiența organizată sau dirijată în mod corespunzător, adică de veriticarea prin aplicarea în practică, criteriu prin care științele naturii au dobîndit o bază materială solidă încă din secolul al XVII-lea. În limbajul poporului s-ar putea spune că științele sociale sînt pline de vorbe frumoase, dar fără foloase. Rostul lor este să ofere teme pentru lucrări de diplomă sau teze de doctorat, să înlesnească ocuparea unei catedre în învățămînt sau a unui post la o agenție de publicitate. Oricît ar fi de impunători și decorativi, specialiștii în științele sociale nu se dovedesc încă, în lumea capitalistă, la fel de indispensabili ca chimiștii sau tehnicienii.

Cauzele rămîinerii în urmă a științelor sociale

În legătură cu rămînerea în urmă a științelor sociale se dau astăzi multe explicații și este foarte important ca de la început să ne fie limpede care sînt cauzele reale pentru a le distinge de cauzele aparente și argumentele fictive. În primul rînd, s-au invocat două cauze cu caracter filozofic pentru a se demonstra că, prin însăși natura lor, științele sociale nu pot avea vreo analogie cu științele naturii. De

mai puțină importanță și mai ușor de combătut este preținsa imposibilitate a experimentării în domeniul științelor sociale. Este adevărat că fără experiențe nu poate exista o știință autentică. Dar ceea ce împiedică efectuarea experiențelor și observațiilor nu ține de științele sociale ca atare, ci de societatea pe care ele o studiază. În regimul capitalist nu se pot efectua decât experiențe sociale relativ banale. Cea mai importantă dintre acestea a fost cea întreprinsă de Administrația Văii Tennessee (p. 689) într-un moment de gravă criză economică. Dar și ea a fost îngrădită de restricții și n-a fost niciodată repetată în altă parte, în ciuda faptului sau tocmai datorită faptului că a reușit. Cauza fundamentală pentru care nu se pot efectua în mod obișnuit experiențe pe scară mare în capitalism constă în faptul că pentru asemenea experiențe ar fi necesară colaborarea deplină și liber-consimțită a oamenilor care participă la ele, fără restricții impuse de respectul proprietății particulare, al intereselor personale și al profiturilor. Puținele „experiențe” care se fac, ca, de pildă, înființarea de servicii sociale, sînt concepute și executate de funcționari administrativi la indicațiile politicienilor, iar aplicarea lor în viața socială este atît de limitată, încît cu greu ar putea fi numite experiențe științifice. În cel mai bun caz, ele sînt efectuate pentru popor dar niciodată de către popor. În noile țări socialiste, experiența socială pe scară întinsă constituie, dimpotrivă, o regulă. Acolo, în procesul de dezvoltare a industriei și agriculturii, societatea își schimbă conștient condițiile de viață, iar din rezultatele obținute învață cum să planifice transformările viitoare. Acolo, inițiativa însăși pornește de la muncitori și țărani, după cum ne-a dovedit-o mișcarea stahanovistă și aceea a muncitorilor inovatori.

A doua cauză invocată pentru a explica rămînerea în urmă a științelor sociale se referă la caracterul lor specific, care face ca studiul lor să includă judecăți de valoare străine științelor naturii. Se afirmă că astfel de concepte absolute și eterne ca dreptatea și frumosul vor rămîne întotdeauna în afara sferei metodei științifice. Această vădește însă un obscurantism premeditat care nu găsește nici o scuză în faptul că își are originea în cele mai autorizate izvoare antice (p. 138). Dimpotrivă, menirea științelor sociale este tocmai să analizeze și să explice aceste „valori” în conexiunea lor socială și istorică, arătînd cum se vor modifica ele o dată cu viitoarele transformări sociale (p. 931 și urm.).

În afară de aceste cauze fictive mai rămîn alte trei cauze care au o anumită valabilitate. În primul rînd, spre deosebire de științele fizice și biologice, științele sociale studiază socie-

tatea al. cărei element component este însuși omul, astfel că observatorul se confundă în asemenea măsură cu obiectul observației, încât este foarte greu, dacă nu chiar imposibil, să aplice o metodă cu adevărat științifică.

A doua cauză poate fi astfel formulată : întrucât societatea omenească reprezintă mai mult decât suma indivizilor care o compun, studiul ei trebuie să fie mai complex decât acela al psihologiei individului. Pe de altă parte, omul fiind cel mai complex dintre animale, cercetarea lui și în special a societății va fi mult mai complexă decât aceea din cadrul științelor biologice și fizice. În felul acesta, însăși dificultatea obiectului de studiu este considerată suficientă pentru a explica progresul lent în acest domeniu.

A treia cauză se referă la natura schimbătoare a societății. În alte științe, progresul se poate realiza prin apropierea tot mai mare de cunoașterea unui sistem natural invariabil sau cu repetare periodică, ca în științele fizice, sau a unui sistem de tipul evoluției organice, în care schimbările au loc atât de lent, încât sînt greu de sesizat. În societate, transformările sînt rapide, iar științele sociale nici nu apucă bine să termine analiza unei situații că ea s-a și transformat într-una nouă, cu totul diferită. Jongleriile economiștilor adepți ai tradiției clasice în fața mării crize economice din 1929 constituie un trist exemplu în această privință. În al treilea deceniu al secolului al XX-lea li se părea că ajunseseră la o analiză admirabilă a echilibrului economic realizat prin liberul schimb și libera concurență. Dar această teorie nu mai avea de 50 de ani decât rare contingente cu realitățile din societatea lor. Economiștii clasici nu puteau admite că imperialismul, monopolurile și restricțiile impuse de stat sînt factori inerenți ai capitalismului. Ei au încercat să trateze acești factori ca obstacole externe nedorite în calea dezvoltării unei economii libere și nu ca produse firești ale evoluției interne a acesteia. Nu este vorba de un exemplu izolat. Științele sociale, care ar trebui să se afle în avangarda progresului social, par a fi sortite să rămână, în condițiile capitalismului contemporan, cu ani sau cu decenii în urma situațiilor pe care sînt chemate să le analizeze.

Valabilitatea acestor trei cauze care se referă la dificultăți specifice întîmpinate de științele sociale nu poate fi tăgăduită. Totuși, este mai mult decât îndoielnic că rămînerea în urmă a științelor sociale poate fi explicată chiar și prin toate cele trei cauze arătate la un loc ; ele apar mai curînd ca o justificare decât ca o explicație. Dificultăți asemănătoare n-au ținut în loc științele naturii, care au găsit mijloacele de a studia fenomene deformatе prin observare subiectivă, fenomene extrem de complexe și în rapidă transformare.

Științele sociale în slujba ordinii existente

Mult mai puternic în raport cu acești factori este un altul, inerent societății însăși și care a acționat și acționează încă cu cea mai mare eficacitate, împiedicând dezvoltarea unei științe sociale autentice și obiective în condițiile societății împărțite în clase. Istoria științelor sociale arată destul de limpede că motivele reale care au ținut în loc dezvoltarea lor au fost motive serioase și bine definite. Dezvoltarea științelor sociale a fost împiedicată de aceia care conduceau societatea și beneficiau în primul rând de pe urma orînduirii societății respective. În tot cursul istoriei scrise a omenirii și probabil că și în cea mai mare parte a istoriei nescrise, a fost întotdeauna un lucru primejdios să cercetezi prea îndeaproape mecanismul de funcționare al societății din care făceai parte. Clasele dominante au avut întotdeauna interesul ca toată lumea, atît oamenii din rîndurile lor, cît și membrii claselor oprite, să creadă că orînduirea socială care asigură privilegiile clasei dominante a fost statornicită pe vecie de Dumnezeu însuși. O dată cu dezvoltarea capitalismului și cu declinul epocii credinței, sancțiunea divină și-a pierdut din autoritate. De pildă strofa care spune :

*„Cel bogat stă-n palat luminos,
Cel sărac în bordei de pămînt.
I-a pus Domnul mai sus sau mai jos,
Ce-a venit de la Domnul e sfînt“*

a fost, pînă la urmă (1950), omisă cu toată discreția din „Hymns Ancient and Modern“¹. Totuși mai dăinuie concepția că formele sociale și juridice reprezintă o ordine naturală bazată pe legile imuabile ale economiei politice. O cercetare minuțioasă a structurii sau a modului de funcționare a societății ar putea dezvălui trăsături caracteristice arbitrare și intolerabile, de natură să revolte pe cetățenii docili sau, mai târziu, pe alegătorii liberi și independenți. Din acest motiv, în „Republica“ (p. 135), Platon a recurs intenționat la mituri, pe care le-a oferit oamenilor de rînd în locul unor explicații raționale. Din același motiv, biserica, în vremurile ei de dominație, considera că învățătura despre îndatoririle omului față de semenii săi și față de autorități, învățătură care pe atunci ținea locul științelor sociale, constituie o ramură a teologiei, o preocupare exclusivă a bisericii. Tot din același motiv, chiar și astăzi se consideră că nu este indicat ca o materie ca științele sociale să fie studiată în școli (p. 825).

¹ „Imnuri vechi și noi“ (carte de cîntece religioase anglicane). —
Nota trad.

Este destul de semnificativ faptul că oamenii care s-au împotrivit studiului științelor sociale n-au făcut-o din convingerea că obiectul acestora nu poate fi tratat din punct de vedere filozofic sau practic. Ei nu oredeau nicidecum că ar fi greu să se găsească răspunsuri corecte. Ei cunoșteau răspunsurile dinainte, fără a-și fi dat nici o osteneală să le descopere prin metode științifice. Răspunsurile erau sau evidente sau, când erau prea absurde pentru ca un om cu bun simț să le poată înțelege, se recurgea la revelație, care trebuia să consfințească legile ca „acte ale domnului“.

Imaginea societății prezentată omului de rînd de-a lungul veacurilor de clasele de sus era, de obicei, simplă și clară. Normele de comportare socială erau determinate de obiceiuri, de instituții și de morală, cu alte cuvinte de principiul: fă ce face toată lumea sau, de nu, vei suporta consecințele. Dar normele nu puteau fi niciodată *juste*, căci nu o îngăduiau interesele celor care le stabileau, deși acest lucru n-a fost niciodată recunoscut. Tot astfel, teoria menită să susțină aceste norme de comportare nu putea fi o *teorie justă* sau *științifică*. În capitolele anterioare ale acestei cărți s-a arătat limpede că, aproape în fiecare stadiu de dezvoltare a societății, clasele interesate au frînat și au denaturat științele naturii. Deoarece contribuția directă adusă de științele sociale la producția materială era neînsemnată sau cu totul inexistentă, iar interesul de a le denatura era foarte mare, nu este surprinzător că ele au avut o soartă mai rea decît științele naturii. În rezumat, rămînerea în urmă și ineficiența științelor sociale se datorează faptului — trecut de obicei cu vederea — că în toate societățile împărțite în clase antagoniste ele sînt inevitabil *pervertite*. Nu poate exista o adevărată știință a societății dacă ea nu începe prin a recunoaște acest fapt. De altfel, ea nici nu poate fi pe deplin aplicată atîta timp cît există clase sociale antagoniste.

Transformările sociale generează științele sociale

Aceasta nu înseamnă că în societatea împărțită în clase antagoniste nu pot exista științe sociale, ci doar că într-o astfel de societate ele pot apărea numai datorită transformărilor sociale. La prima vedere s-ar părea ca menținerea tradiției de a accepta orbește ordinea existentă a lucrurilor ar fi suficientă pentru prevenirea transformărilor sociale. Aceasta ar însemna însă să nu se țină seama de evoluția societăților înseși sub influența și ca urmare a dezvoltării noilor forțe de producție și a relațiilor de producție corespunzătoare. Societatea

umană a fost mereu zguduită de luptele dintre reprezentanții vechilor clase conducătoare, care căutau să mențină neschimbate relațiile de producție, și reprezentanții noilor clase rebele, care în mod necesar trebuiau să încerce a sfărâma aceste relații, întrucât le împiedicau să folosească noile forțe de producție spre binele lor. Conținutul istoriei omenirii îl constituie alternarea unor perioade de acumulare a tensiunii economice și sociale și de descărcare rapidă; tocmai în aceste perioade de descărcare sau de revoluție se procedează la verificarea și la revizuirea teoriilor privitoare la natura societății.

Religia și lupta de clasă

Marile religii ale lumii s-au născut în perioadele de frământare ale civilizațiilor primitive, iar întrebările la care se străduiau să răspundă se refereau la probleme vitale, de esență socială (p. 118). Întemeietorii lor și-au desfășurat cu toții activitatea în epoci de mari prefaceri economice și sociale. Ei au criticat cu asprime societatea în care trăiau, construind fiecare, la rîndul lui, noi sisteme de drepturi și îndatoriri ale oamenilor. Este adevărat că aceste sisteme erau exprimate sub forma religiei, reformatorii pretinzînd adeseori că urmăresc restabilirea relațiilor juste și stabile de odinioară. În viața socială însă nu există întoarcere înapoi, iar marii reformatori ai religiei au fost, cu sau fără voia lor, inovatori sociali. Ca atare, ei au devenit întemeietori ai științelor sociale, tot așa cum filozofii naturii din Egipt, Babilon și Grecia au fost întemeietori ai științelor naturii (p. 89 și 117).

Noile concepții sociale, noile ideologii, nu au fost numai un produs al luptelor care s-au desfășurat în perioadele critice. Ele au fost, la rîndul lor, arme puternice care au servit la transformarea vechii orînduiri. Concepția despre societate nu este niciodată o dogmă pasivă; ea se află întotdeauna în slujba menținerii sau a distrugerii sistemului social. Marile mișcări ale burgheziei pentru eliberarea din cătușele feudalismului — Renașterea, Reforma, răscoalele și revoluțiile din secolele XVI—XVIII — s-au produs toate în perioade în care au fost zguduite înseși bazele societății. Deși la început aceste mișcări își formulau țelurile în termeni religioși, cu timpul a început să se resimtă influența noilor științe ale naturii și se poate spune că atunci a luat naștere știința despre societate ca disciplină științifică de sine stătătoare. Tot atunci au început să prindă formă doctrinele cuprinzătoare, dar insuficient de clar definite ale individualismului liberal, care aveau să constituie apoi ideologia dominantă a capitalismului.

În secolul al XIX-lea, cînd orînduirea socială a capitalismului a început să fie amenințată de clasa muncitoare sub flamura ideilor socialismului, a luat naștere un nou val de critică și de interpretare a societății. De atunci această critică s-a accentuat mereu, ajungînd la apogeu în zilele noastre — o epocă de transformări și de încordare fără precedent. Științele sociale, însăși structura societății, drepturile și îndatoririle fiecărui individ din sînul ei, n-au fost nicicînd supuse unor cercetări atît de adîncite și dezbătute cu atîta pasiune.

Între perioadele de descărcare însă, privilegiile se consolidează, iar științele sociale se osifică treptat într-un ortodoxism religios și politic. Aceasta duce la eschivarea de la cercetări sociale, provocată de teama că ele ar putea constitui baza unor noi transformări sociale. În epoca în care trăim, putem observa deopotrivă tendințe conservatoare și tendințe de transformare. În orbita așa-numitei civilizații occidentale, adică în țările capitaliste de pe ambele țărmuri ale Atlanticului, putem urmări ultimele faze ale oprîmării și mistificării generale în domeniul științei despre societate. Se susține cu multă insistență că studiul societății este o știință pură și obiectivă, ruptă de orice participare directă la transformarea societății, preocupîndu-se de ceea ce este, iar nu de ceea ce ar trebui să fie. Această concepție, deși permite încadrarea științelor sociale în categoria respectabilelor științe ale naturii, le răpește posibilitatea verificării experimentale, singurul mijloc prin care se poate realiza un progres serios. Științele sociale devin astfel o îngrămădire de platitudini inofensive și de constatări empirice incoerente. Se recurge la științele sociale numai pentru a justifica ordinea socială existentă, fie direct, atrăgîndu-se atenția asupra armoniei proprii sistemului social respectiv, fie indirect, arătîndu-se că orice încercare de a schimba acest sistem este pe oîlt de irealizabilă, pe atît de improbabilă.

În același timp, în partea socialistă a lumii — în Uniunea Sovietică și în celelalte țări socialiste —, precum și pretutindeni unde oamenii se unesc pentru a critica aspirarea din societatea împărțită în clase antagoniste și a i se împotrivi, se dezvoltă un nou tip de științe sociale. Acestea pornesc de la cu totul altceva; ele sînt științe sociale practice, prin care popoarele înseși își transformă relațiile sociale împreună cu mediul lor material, descoperind în același timp principiile și mecanismul de funcționare al societății. Aceasta este prima știință socială autentică, deoarece aici, ca și în cazul celorlalte științe, baza sigură a cunoașterii umane și izvorul ei îl constituie exclusiv practica.

Faptul că științele sociale sînt și trebuie să fie strîns legate de lupta politică și economică le deosebește de științele fizice sau biologice, dar numai prin gradul acestei legături și nu prin natura ei. Într-adevăr, după cum am arătat în capitolele precedente, acestea din urmă sînt și ele mult mai sensibile la acțiunea factorilor sociali decît se recunoaște de obicei. De asemenea, faptul că, în comparație cu alte științe, științele sociale se ocupă de fenomene care se schimbă rapid și ireversibil este o deosebire de grad, deși destul de apreciabilă.

Aștît științele naturii, cît și științele sociale își schimbă metodele pe măsură ce progresează, dar în timp ce, pînă nu de mult, schimbarea metodelor în domeniul științelor naturii depindea numai de progresul cunoașterii, în cazul majorității științelor sociale nu se schimbă numai metodele, ci și însuși domeniul de cercetare, și anume cu mult mai repede. Într-adevăr, în istorie în special, iar în alte științe sociale în măsura în care au caracter istoric, preocuparea principală o constituie tocmai aceste schimbări. Deși metodele de selecționare a datelor referitoare la trecut sau la prezent elaborate de științe ca arheologia sau antropologia se modifică relativ încet, metodele de interpretare a acestor date se schimbă paralel cu experiența dobîndită din mișcările care au loc în istoria contemporană. Această tendință, care a fost întotdeauna prezentă în cercetările istorice (căci adesea istoria a fost studiată tocmai pentru sprijinul pe care-l oferea părților angajate în controversele curente), a ajuns să fie pe deplin înțeleasă numai sub influența marxismului.¹⁻⁵

În majoritatea cercurilor academice, recunoașterea fățișă a acestui adevăr întîmpină încă o puternică împotrivire, iar preferința pentru studiul istoriei antice și al antropologiei se datorește în mare măsură dorinței de a evita dificultățile pe care le pune analiza și studiul efectiv, adică practic, al naturii societății noastre. Și astăzi continuăm să cunoaștem mult mai multe detalii de ordin sociologic și statistic despre viața economică a unui sat din Africa occidentală decît despre viața unui oraș industrial din Anglia. Aceasta se datorește în mare măsură interesului pe care-l prezenta, cel puțin pînă în ultimul timp, tratarea satului african ca o entitate stabilă, foarte puțin variabilă. Schimbările efectuate în satul african exclusiv în interesul puterii coloniale sînt prezentate, firește, ca fiind întotdeauna corespunzătoare adevăratelor interese ale indigenilor. Pe de altă parte, populația dintr-un oraș industrial ar

putea cere multe dacă ar afla câte se pot realiza printr-un studiu social efectiv la care ar participa și ea.

Această critică a tendinței de evadare din realitatea socială nu se aplică integral celor mai bune studii sociale asupra comunităților primitive sau dispărute. Astfel de studii ^{2.1a : 2.49} au lămurit în bună parte, de ce acceptăm fără discuții în societatea modernă unele concepții ; între altele, ele arată în ce măsură noțiuni ca „firea omenească“ sau „adevăruri evidente“ sînt idei vechi care au supraviețuit numai pentru că au fost preluate în mod necritic din timpuri imemorabile și pentru că s-au dovedit a fi foarte utile și clasei dominante din zilele noastre. ^{6.135}

Schimbări spontane în societate și în natură

Începem să înțelegem că aspectul *istoric*, care are o importanță excepțională în științele sociale, joacă un rol însemnat și în științele biologice, unde îl numim evoluție, și chiar în științele fizice (p. 547). Științele naturii în ansamblul lor au mult mai multe contingente cu științele sociale decît se credea în trecut și, întocmai ca și acestea, dar nu tot atît de vizibil, sînt influențate și dirijate de clasele dominante ale diferitelor societăți în care a avut loc dezvoltarea lor. Din acest punct de vedere, științele sociale își aduc și ele contribuția la dezvoltarea celorlalte științe. În societate, și numai în societate, putem observa cu ușurință și în mod repetat cum se produc transformări cu adevărat spontane, adică transformări care apar chiar dinăuntrul sistemului și nu sînt datorite doar influenței externe exercitate asupra lui. Astfel de transformări sau revoluții s-au petrecut mereu în istorie, chiar și în epoca noastră, și pot fi studiate. Este drept că în trecut, neputînd fi explicate, ele au fost deseori atribuite unor cauze neesențiale sau supranaturale, dar, pe măsură ce cunoașterea societății s-a dezvoltat, a apărut din ce în ce mai evident faptul că ele își au originea în conflicte interne.

Tocmai observarea transformărilor sociale în perioada marilor frămîntări din secolul al XIX-lea, l-a condus pe Marx, după cum vom vedea (p. 751 și urm.), la înțelegerea naturii fundamentale dialectice a transformărilor spontane în societate.

Locul științelor sociale în cadrul științelor

După sistemul admis în clasificarea științelor, științele sociale ocupă ultimul loc în seria care începe cu matematicile și continuă cu fizica și chimia, ajungînd apoi la biologia ani-

malelor, biologia omului, psihologie și, în sfârșit, sociologie. După acest criteriu de clasificare, cunoașterea științifică începe cu științele exacte și sfârșește cu științele sociale. De fapt, o asemenea clasificare maschează și denaturează relațiile dintre om și societate. Întreaga schemă, avînd în esență o origine religioasă, este asemănătoare cu acele scheme în care creația omului și apariția orînduirii sociale sînt considerate ca acte divine și nu ca o evoluție firească de la stadiul animal. Formarea inițială a societății omenești, prin munca în comun, prin dezvoltarea vorbirii și prin transmiterea din generație în generație a deprinderilor de muncă, a contribuit la crearea psihologiei omului, așa cum o cunoaștem astăzi, modificînd radical baza ei materială : creierul și corpul. Anumite aspecte ale psihologiei — studiul unor facultăți comune omului și animalelor, ca, de pildă, acuitatea auzului sau mecanismul de formare a reprezentărilor în creier — fac parte, în fond, din biologie (p. 665 și urm.).

În linii mari însă, psihologia se ocupă de om așa cum l-a format societatea. Căci trăsătura caracteristică a speciei umane în general, cea care o deosebește de toate celelalte specii animale nesociale, este permanența și continuitatea integrării sociale. Nici chiar cele mai complexe societăți animale nu au nimic care să se asemene cu practica educației și tradiției pe care le găsim și la cele mai primitive grupuri omenești. Omul nu poate exista în afara societății. Chiar de la naștere, fiecare dintre noi este supus unui sistem complicat de educație, care ne imprimă nenumărate comportări și reacții tradiționale, stabilite și consfințite prin obicei în fiecare etapă a vieții, de la leagăn și pînă la mormînt, aceste două fiind de asemenea produse ale dezvoltării sociale. În sensul adînc al cuvîntului, *omul este un animal care se educă singur* (p. 45). Tot ceea ce noi numim „firesc” sau „natură omenească” este în întregime un produs al condițiilor sociale în care se dezvoltă omul. Cînd spunem că aceste condiții sînt invariabile, cînd susținem că natura omenească este imuabilă, nu facem decît să repetăm afirmația inexactă că societatea însăși nu se schimbă sau să exprimăm dorința, destul de sinceră în ce-i privește pe unii oameni, ca societatea să nu se schimbe. Psihologia omului, dorințele, temerile, slăbiciunile și virtuțile sale fac toate parte din acele norme sociale care se schimbă neîncetat, menținînd totuși o legătură neînteruptă cu trecutul. Oricît de multe și de variate ar fi ramurile lor, științele sociale nu constituie un grup de teorii izolate, ci un domeniu de cercetare unitar al uncia și aceleiași societăți în dezvoltare.

Domeniul științelor sociale nu cuprinde numai psihologia, ci și întregul sistem al vechilor concepții, pe care le-am numit filozofii și religii cu subîmpărțirile lor : etica, morala și estetica. Așa-numitele valori eterne consfințite de Platon — *binele, adevărul și frumosul* — sînt produse sociale lipsite de sens dacă sînt considerate în afara societății (p. 137). Mai mult decît atît, ele se dezvoltă și se transformă paralel cu societatea și toate încercările de a le fixa sau de a le ridica la rangul de valori eterne sînt pur și simplu încercări de a eterniza orînduirea respectivă a societății și, ca atare, sînt totdeauna sortite eșecului *.

Aceasta nu înseamnă că nu există valori reale. Fiecare realizare a omului pe calea spre înțelegerea și îmbunătățirea relațiilor cu semenii săi este la fel de pozitivă ca oricare realizare tehnică. Dar, în loc să fie încorporate, ca în tehnică, în obiecte materiale, aceste realizări se concretizează în instituții sociale, adesea mult mai durabile. Există fapte bune, adevăruri exacte și lucruri frumoase, dar acestea sînt acțiuni și realizări ale unor ființe omenești reale, iar valorile pe care au ajuns să le reprezinte nu sînt abstracții goale de conținut, ci rezultatul experienței umane acumulate în cursul veacurilor. Contribuția creatorilor de valori umane — poeții, constructorii, revoluționarii din trecut și de astăzi — nu se pierde, ci devine o parte nemuritoare a tradiției comune a omenirii.

Cum însă această tradiție se îmbogățește și se transformă neîncetat, valorile respective nu pot reprezenta un plafon la care trebuie să se limiteze viitorul. Noțiunile de bine, adevăr și frumos se schimbă cu timpul. Societățile noi și mai complexe au cerințe mai înalte, pe care nu le pot satisface decît oamenii care trăiesc în ele. De-a lungul întregii istorii a societății a existat întotdeauna o luptă între forțele viitorului, care generează noul, și forțele trecutului, care se străduiesc să-l înăbușe.

În fiecare fază a acestei lupte, forțele progresiste au dat viață marilor realizări umane în domeniul moralei, științei și artei. Tocmai de aceea aceste realizări au un caracter comun care susține și însuflețește luptele ulterioare. În acest sens și numai în acest sens, ele reprezintă valori permanente. Acceptate orbește ca adevăruri inexorabile, ele pot frîna dezvoltarea societății în epocile ulterioare. În acest caz ele trebuie să fie combătute și nimicite ; vinul nou nu trebuie turnat în butoaie vechi. Numai recunoscînd faptul că în societate are loc o schimbare a atitudinii față de valori, putem să înțelegem na-

tura mai profundă și de durată a valorilor în sine și să le folosim astfel în mod rodnic și armonios la construirea unei societăți noi.

Metodele științelor sociale

Științele sociale se deosebesc de științele naturii nu numai prin obiectul lor, ci și prin metodele folosite. În această privință, științele sociale se află într-o situație mult mai proastă. În studiul problemelor sociale s-au aplicat succesiv, iar acum se aplică simultan trei metode diferite și incompatibile: literară, biologică și matematică. După cum vom arăta în subcapitolele următoare, științele sociale au suferit considerabil de pe urma faptului că nu au folosit metode corespunzătoare naturii complexe a societății omenești în continuă dezvoltare. Prin încercarea de a aplica nemijlocit în domeniul științelor sociale metodele altor științe, în special ale biologiei, s-a ajuns la concluzii extrem de simpliste, false și chiar primejdioase. Folosirea statisticii a dat deseori o iluzorie aparență de exactitate datelor sociale.

Controversele, inconsecvența și lipsa de claritate care i-au caracterizat pe cercetătorii din domeniul științelor sociale au condus marele public într-un mod neplăcut la constatarea că științele sociale și științele naturii sînt departe de a fi unul și același lucru. Încercarea de a demonstra identitatea lor este o acțiune pripită și, în cel mai bun caz, o rătăcire, atunci cînd nu este o premeditată inducere în eroare. A preda științele sociale fără a înțelege acest lucru este o pierdere de timp; se creează o falsă impresie a unor cunoștințe temeinice, ceea ce-i împiedică pe cei ce studiază să observe cele mai elementare realități, pe care le-ar fi descoperit singuri chiar și fără nici un fel de îndrumare științifică.

Existența claselor sociale și exploatarea celor săraci de către cei bogați este de 4 000 de ani fenomenul cel mai caracteristic din viața socială. Cu toate acestea, „știința” despre societate a depus eforturi mult mai mari pentru a-l trece cu vederea sau a-l răstălmăci decît pentru a-l studia și a trage concluziile corespunzătoare. Științele sociale au nevoie nu atît de metodele tehnice complicate elaborate de alte științe, cît de un curaj mai mare în a ataca direct problemele centrale în loc de a le ocoli. A pretinde însă așa ceva de la societatea burgheză înseamnă a nu ține seama de cauzele sociale care au făcut din științele sociale ceea ce sînt ele astăzi. Pentru a înțelege acest lucru, trebuie înainte de toate să cercetăm mai adînc istoria științelor sociale.

12. 2. Istoria științelor sociale

Științele sociale și trecutul

Paragrafele anterioare cuprind o scurtă analiză a științelor sociale și a legăturii lor cu științele naturii și cu alte aspecte ale culturii. Pentru ca o asemenea analiză să fie completă, se impune, mai ales în cazul științelor sociale, un studiu al istoriei lor în legătură cu evoluția istoriei generale. Această legătură cu evoluția istoriei generale, a cărei analiză constituie principalul scop al lucrării de față, îmbracă un aspect în cazul științelor naturii și un altul cu totul diferit în cazul științelor sociale. Pe de o parte, contribuția directă a științelor sociale la transformările metodelor de producție, de care depinde orice îmbunătățire permanentă în soarta omului, a fost neînsemnată sau cu totul inexistentă; pe de altă parte, științele sociale sînt mult mai strîns legate decît științele naturii de transformările care au loc în instituțiile economice și politice ale societății. Ele sînt totodată mult mai vizibil legate de ideologiile preștiințifice: religia și filozofia tradițională. Din această cauză, pentru a le înțelege deplin, trebuie să ne întoarcem la înseși izvoarele societății omenești.

Științele sociale la omul primitiv : riturile și miturile

Originea omului și a societății a fost cercetată la începutul lucrării de față (p. 38 și urm.). Concepția omului despre originea sa, după cum rezultă din rituri și mituri, putea fi formulată numai în termenii societății pe care o cunoștea. În miturile unor popoare primitive de astăzi găsim nenumărate exemple care ilustrează aceasta (p. 54) și putem presupune că la fel au stat lucrurile și cu omul primitiv, deoarece din urmele materiale ale epocii respective reiese că el practica rituri foarte asemănătoare cu cele ale oamenilor primitivi din zilele noastre. Aceste rituri aminteau, prin imitație sau simboluri, evenimentele importante din viața omului și se bazau pe credință în puterea magică a omului asupra naturii. Scopul ritului, ca și al cîntecelor și miturilor care îl însoțeau, era în primul rînd asigurarea hranei și a altor bunuri dorite. Un scop aproape tot atît de important, care nici nu se distingea prea clar de primul, era menținerea ordinii sociale. Obișnuitele *rituri de trecere dintr-o fază a vieții în alta* — riturile legate de naștere, de inițiere, de căsătorie și de înmormîntare —, care și astăzi sînt consacrate ca taine, constituiau o reprezentare dramatică și o fixare a relațiilor necesare în viața socială. Importanța și forța miturilor și a riturilor reies din

faptul că, deși s-a trecut la un mod de viață cu totul diferit, o mare parte dintre aceste mituri și rituri vechi s-a menținut, conservate de religiile care au dăinuit pînă azi, precum și de obiceiurile care au supraviețuit religiilor din trecut.

De la mit la morală

Cînd însă viața socială a devenit mai complexă și au apărut clasele sociale, astfel de mituri s-au dovedit necorespunzătoare. Este interesant de urmărit cum, paralel cu progresul civilizației, s-a trecut de la o concepție magică și mitică asupra societății la o concepție morală și rațională, cu alte cuvinte la o analiză a societății care corespunde mai bine formelor și cerințelor tehnice ale vieții orășenești (p. 70 și urm.). Acesta este un proces firesc, după cum o dovedește evoluția sa paralelă în China antică, în India, în Orientul Apropiat și chiar în civilizațiile din cele două Americi.^{2.47a} În toate aceste cazuri, vechile concepții nu sînt lichidate, ci capătă o nouă semnificație. Primele norme reglementînd comportarea evreilor, care pot fi găsite astăzi în „Levitic”, erau în mare parte tabuuri tribale și precepte magice primitive.^{2.42a} Cele zece porunci pe care le cunoaștem din „Ieșire” sînt rezultatul unor transformări ulterioare, cînd influența moralizatoare a civilizației a reușit să înlăture obiceiurile tribale iraționale mai vechi.

Trecerea decurge în felul următor : mai întîi săvîrșirea unei anumite acțiuni, de pildă folosirea ca hrană a cărnii unui animal-totem, este evitată pentru că oamenii sînt ferm convinși că aceasta va atrage în mod automat asupra tribului molime sau foamete. În perioada barbariei, această acțiune a forțelor naturii se exprimă în formula : „Cutare acțiune poartă nenoroc, căci abate mînia zeilor asupra oamenilor care o săvîrșesc”. Abia cînd intrăm în epoca civilizației constatăm că o asemenea acțiune este considerată imorală ca atare. În acest proces, elementele concrete tind fie să dispară cu desăvîrșire, fie să se păstreze numai sub un aspect alegoric, pentru ca în cele din urmă să nu mai reprezinte decît simple forme decorative. Astfel de rămășițe sînt arderea cailor de hîrtie la ceremoniile de înmormîntare în China sau superstiția noastră legată de vărsarea sării.

Nu trebuie să ne amăgim crezînd că această transformare corespunde unei îmbunătățiri reale a concepțiilor morale ; de fapt s-a petrecut mai curînd contrarul. În cultura primitivilor există între oameni suficientă egalitate pentru a nu se simți nevoia sancțiunii interioare a moralei și nici aceea a sancțiunii

exterioare a legii. Legile care prevăd sancțiuni nu apar decât atunci când diferențele de clasă se accentuează și când proprietatea și privilegiile se cer apărate. Apariția unei legi care interzice o anumită acțiune nu este o dovadă că asemenea acțiuni nu se săvârșeau, ci mai curînd că ele se comiteau în număr atît de mare, încît nu mai puteau fi trecute cu vederea. Apariția unor norme morale conștiente corespunde tranziției, despre care am mai vorbit, de la o societate tribală fără clase, cu comunitate de bunuri, la o societate împărțită în clase în care există proprietate particulară.

Dezvoltarea societății împărțite în clase a fost favorizată de asemenea, după cum am văzut mai înainte (p. 63), de transformarea într-o știință primitivă a acelei părți de ritual și magie care avea ca obiect dominația asupra lumii materiale exterioare. O teorie a societății concretizată în mituri religioase a devenit necesară numai atunci cînd a apărut nevoia de a se justifica și apăra un sistem social nedrept. Moralitatea oficială — cu corospondentul ei, legile — are, prin esența ei, o dublă funcție. Pe de o parte, îndeamnă cea mai mare parte a populației, adică pe cei săraci și umili, să se abțină de la acțiuni care ar putea prejudicia clasele dominante; pe de altă parte, creează o aureolă de respect în jurul acestor clase dominante, prin proclamarea unui ideal al dreptului și echității menit să convingă pe oameni că asuprirea nu va depăși anumite limite. Este interesant de observat cît de multe precepte din Biblie recomandă celor bogați să-și înfrîneze lăcomia.^{2.42a} Pe măsură ce societățile împărțite în clase intră în declin și sînt măcinate de conflicte interne, morala oficială tinde să se sprijine tot mai mult pe religie, în cadrul căreia zeii imaginari, întruchipați în statui sau simboluri, inspiră mai mult respect decât șefii bogați sau preoții după al căror chip fuseseră creați inițial.

Filozofia nobilului

Tocmai pe această treaptă a dezvoltării s-a produs, în științele sociale în aceeași măsură ca și în cele ale naturii, o sciziune între teorie și practică, între erudiția conducătorilor și cunoștințele tradiționale ale supușilor, sciziune vădită îndeosebi în filozofiile civilizațiilor străvechi din India, China și Grecia. Se produce o ruptură între filozofia și cunoștințele necesare conducătorului — omul superior, respectiv nobilul lui Confucius, brahmanul din India sau filozoful din Grecia —, pe de o parte, și cunoașterea mai simplă și practica tradițională a oamenilor de rînd, pe de altă parte (p. 118). În

aceste trei centre de civilizație (probabil și în Babilon și Egipt, deși despre acestea avem mai puține date) s-au făcut eforturi conștiente pentru a se grupa sistematic cunoștințele despre societate, în așa fel încât să servească celor ce se pregătesc sau sînt chemați să cîrmuiască statul. O asemenea orientare poate fi găsită la clasicii chinezi, îndeosebi în lucrarea clasică cunoscută sub denumirea de „Marea învățătură”, care afirmă fără echivoc că valoarea capitală a filozofiei constă în calitatea ei de călăuză pentru o bună cîrmuire a statului.

„Lucrurile au rădăcini și ramuri, treburile omenești au un sfîrșit, așa cum au și un început. Așadar, calea poate fi găsită aflînd ce a fost mai întîi și ce urmează după aceea. Oamenii de odinioară, care doreau să strălucească prin forța personalității lor în Marea societate, trebuiau în primul rînd să-și cîrmuiască cu înțelepciune statele lor. Pentru aceasta ei trebuiau mai întîi să realizeze armonie și ordine în familiile lor. Pentru aceasta ei trebuiau mai întîi să-și cultive eul propriu (*hsiu shen*). Pentru aceasta ei trebuiau mai întîi să-și limpezească mintea. Pentru aceasta ei trebuiau mai întîi să-și purifice țelurile. Pentru aceasta ei trebuiau mai întîi să-și lărgească cunoștințele cît mai mult cu putință. O astfel de lărgire a cunoașterii înseamnă puțința de a înțelege *firea lucrurilor*. Căci cu înțelegerea firii lucrurilor cunoașterea își atinge culmea. Cînd cunoașterea este desăvîrșită, țelurile devin pure. Cînd țelurile sînt pure, mintea se limpezește. Cînd mintea se limpezește, eul individului înflorește (*shen hsiu*). Cînd eul este în floare, în familie se instaurează armonia și ordinea. Cînd în familie se instaurează armonia și ordinea, statul este guvernat cu înțelepciune. Cînd statele sînt guvernate cu înțelepciune, în Marea societate domnește pacea”. 6.143

„Republica” și „Legile” lui Platon au, în esență, un caracter asemănător. Ambele lucrări au fost, de fapt, călăuze raționale și practice pentru o aristocrație cultă (p. 135).

Idealul moral și intelectual proclamat de filozofii chinezi și greci este acela al omului *superior* sau al *nobilului*, care, fără a fi el însuși un conducător, este un sfetnic al conducătorului. Nobilul știe ce trebuie făcut și este dispus, în schimbul respectului ce i se dă, precum și al compensațiilor materiale, să-l pună pe prînz la curent cu faptele minunate ale strămoșilor săi sau să-i arate linia de conduită dictată de rațiunea pură. Această concepție asupra unei științe sociale practice, cuprinzînd mai ales istoria, filozofia și o cunoaștere a clasicilor ca bază a educației tineretului din clasele de sus în ceea ce privește arta de a governa, s-a transmis aproape neschimbată de la greci pînă în zilele noastre.

Misticismul și evadarea din societate

Întrucâtva diferită este soluția dată de indieni, adaptată unei societăți cu stratificare mai rigidă, ca și aceea a daoiştilor chinezi, a zoroastrienilor și a religiilor misterelor din Occident. În toate aceste doctrine, cunoașterea era concepută mai mult ca un mijloc de evadare din societate decât ca un mijloc de a o dirija. Învățătura asceților sau *yogi*-lor nu era considerată ca o cunoaștere socială, deși era de fapt un fel de cunoaștere socială negativă, adică o analiză a societății care trebuia să arate cât de zadarnică este încercarea de a face ceva pentru această societate, o analiză care ducea în esență la izolare, la inacțiune și la o credință în non existență (p. 124). În realitate, asceții și misticii nu erau neutri față de societate; prin însăși existența lor, ei justificau și aproape susțineau menținerea asupririi și mizeriei de către guvernării neluminați, ale căror acțiuni trebuiau considerate întocmai ca seceta sau molimele, ca făcând parte dintr-un plan divin de nepătruns. Ideea pe care asceții se străduiau, în mod conștient sau inconștient, s-o sugereze poporului și guvernărilor deopotrivă era că oamenii sfinți sînt un fel de para-trăsnete spirituale, care feresc o societate păcătoasă de mînia lui Dumnezeu.

Biblia și poporul

O altă soluție, deși tot religioasă, a fost încercarea de a apăra prin pedepse divine cel puțin unele dintre particularitățile societății gentilece împotriva înglodării în datorii și a sclaviei care au însoțit în mod inevitabil diferențierea pe clase a societății. Este probabil că asemenea încercări s-au făcut adeseori, dar numai aceea a evreilor a avut o influență traianică în istoria omenirii. Aceasta s-a datorat, în parte, consfințirii ei în scris în Biblie, în parte tenacității cu care evreii, răspîndiți în întreaga lume, și-au păstrat tradițiile și, în sfîrșit, faptului că o mare parte din tradiția evreiască a fost înglobată în creștinism și în islamism. Poziția evreilor în lumea antică a fost tratată mai înainte (p. 108 și urm.). Ei au trebuit să ducă o neîncetată luptă pentru existență împotriva unor vecini mai puternici, mai civilizați și cu o economie mai dezvoltată. În această luptă, prinții și bogătașii evrei au fost întotdeauna tentați să colaboreze cu străinii. Împotriva lor, poporul, însuflit de cuvîntările pline de mînie ale profeților și susținut de lege, a opus deseori o rezistență dîrză și eficace.^{2.42*} Mai ales în „Deuteronom“, unde se stăruie asupra eliberării sclavilor și limitării datoriilor, găsim un cod social care îngreădește

și atenuază brutalitatea fără margini a clasei dominante, reflectată, de pildă, în legiurile babiloneană sau romană.

Rezistența poporului evreu a fost o rezistență izolată ; ea era prea legată de credința în convenția lui specială încheiată cu Iehova, ca să se poată extinde direct și la alte popoare. Dar aceleași împrejurări au provocat o rezistență asemănătoare, chiar dacă nu atât de manifestă și eficace, în rîndurile popoarelor exploatate de pretutindeni. Istoria veche, cu toate că este scrisă de pe poziția claselor exploatatoare, este silită să înregistreze o serie de mișcări agrare, răscoale ale democrațiilor și revolte ale sclavilor, pornite toate de la clasele de jos. Pe măsură ce civilizația s-a răspîndit, s-a dezvoltat și cunoașterea socială practică a maselor largi populare, a săracilor și asupriților, în opoziție cu înalta știință a filozofilor. În rîndurile poporului și nu ale prinților sau preoților poate fi găsit adevăratul tezaur al moralei. Aceasta era o morală pozitivă a îngăduinței, a tovarășiei și a ajutorului mutual, neviată de grija de a se păstra neștirbită orînduirea de clasă. Filozofia săracilor nu a fost o creație literară sau filozofică conștientă, totuși ea s-a reflectat în tradiții, s-a păstrat și a rămas vie în mii de cîntece și de proverbe populare, care nu întotdeauna exprimă cel mai profund respect față de cei din clasele de sus.

Învățătura socială a grecilor antici

Nici forma de exprimare religioasă, nici cea populară a conștiinței sociale nu poate fi numită propriu-zis știință, ambele fiind lipsite de coerență, de o terminologie științifică și de logică. Ca și în toate celelalte domenii ale gândirii, și aici grecii au fost cei dinții care au dat o prezentare analitică și logică a științelor sociale. Lor le datorăm, de fapt, întreaga terminologie în acest domeniu ; etica, economia, politica și însăși istoria sînt termeni grecești. Obiectul tuturor disputelor, revoluțiilor și războaielor dintre orașele-state grecești l-au format problemele sociale, cea mai însemnată dintre ele fiind împărțirea în clase. Pentru greci, omul era în primul rînd un cetățean — *zoon politicon*, animalul politic al lui Aristotel —, cu toate că dispariția omului mai primitiv al orînduirii gentilice, care nu cunoștea diferențierea de clasă, era de dată relativ recentă. Problema guvernării orașului-stat a dominat științele sociale și a determinat primele observații sistematice în acest domeniu, ca, de pildă, culegerea și studiul comparat, efectuate de Aristotel și de colaboratorii săi, cu privire la legislațiile a 158 de orașe (p. 146).

Obiectivul urmărit de Aristotel, irealizabil ca atare, era acela de a găsi un sistem care să poată asigura armonia so-

cială fără a se renunța la privilegiile de clasă. Acesta a fost scopul efectiv urmărit în doctrina sa a *căii de mijloc*. Grecii nu s-au mărginit să compare între ele cetățile lor. Ei călătoreau și făceau negoț cu multe popoare ajunse pe diferite trepte de dezvoltare socială, de la triburile primitive până la imperiile din Răsărit cu o organizare evoluată. (Herodot este deopotrivă părintele istoriei și al antropologiei). Asemenea englezilor de mai târziu, grecii erau convinși de superioritatea firească a propriilor lor orașe-state, celelalte popoare nefiind pentru ei decât niște barbari, care nici nu știau să vorbească cum trebuie și de ale căror obiceiuri trebuiau să se ferească și nicidecum să le imite. Totuși, cunoașterea unei alte lumi cu organizare socială diferită a dat gânditorilor greci o obiectivitate pe care gânditorii indieni și chinezi nu au avut-o.

Principala contribuție adusă de greci în științele sociale a fost abstractizarea; ei au găsit cuvintele care să exprime elementele comune ale unor situații diferite fără a trebui să se refere de fiecare dată la exemple concrete. Astfel a devenit posibilă discuția, dar s-a înlesnit în același timp folosirea exagerată a noțiunilor abstracte, ca și când ar fi expresia unor obiective avînd o existență independentă. Printr-un abuz de logică s-au putut trage concluzii menite să demonstreze anumite idei preconcepute. Aceasta a fost o acțiune deplin conștientă, după cum reiese din dialogurile lui Socrate, și urmărea să facă imposibilă orice punere în discuție a situației reale. Dacă, așa cum apare în „Republica” lui Platon²⁻³⁸, idealul de justiție nu are nici o legătură cu condițiile din orașul-stat în care această justiție este exercitată, în numele lui pot fi justificate cele mai arbitrare și mai nedemocratice legislații. Acest abuz de abstracție a fost întrucîtva atenuat în științele naturii, unde abstracțiile pot fi cel puțin numărate și măsurate. În științele sociale, categoriile abstracte au avut un efect deosebit de dăunător și au frînat dezvoltarea lor. Valorile și idealurile pe care grecii le-au exprimat în cuvinte abstracte exercită și astăzi o influență nefastă.

Totuși, orice încercare serioasă de a elabora un studiu științific al societății trebuie să pornească, ca și în domeniul științelor naturii, de la izvoare grecești. Înainte însă de a le putea folosi temeinic, este necesar să înțelegem în ce măsură filozofia socială a grecilor a reprezentat o încercare de a justifica privilegiile și sclavia. Încercînd să aplicăm filozofia greacă la probleme actuale trebuie să ținem seama de această tendință. Chiar și astăzi grecii ne pot fi dascăli foarte primejdioși. Este drept că Marx și-a început activitatea științifică cu teza asupra filozofiei atomiste a lui Democrit și Epicur. Dar aceștia au fost dascăli răzvrățiți și radicali, situați în afara curen-

tului general al gândirii grecești, deși, după cum am văzut, erau sortiți să inspire întreaga știință modernă. În istoria științelor sociale, una dintre sarcinile de bază a fost aceea de a se rupe lanțurile credinței conformiste conținute în operele lui Platon și Aristotel, sarcină a cărei îndeplinire a cerut mult mai mult timp pentru științele sociale decât pentru științele naturii și care nici pînă astăzi nu a fost dusă pînă la capăt.

Dreptul roman

Romanii, cu toată lipsa lor de imaginație pe tărîmul științelor naturii (p. 163), au avut în schimb mult mai multe cunoștințe practice în domeniul științelor sociale. Aceste cunoștințe au fost dobîndite anevoios, la început înăbușind prin forță sau reglementînd prin compromisuri conflictele de clasă din cetățile lor în decursul nesfîrșitelor lupte dintre patricieni și plebei. Ei și-au îmbogățit aceste cunoștințe apoi, prin cucerirea și exploatarea de teritorii străine și prin administrarea imperiului. Aceste cunoștințe și-au găsit expresia nu atît în filozofie, cît în *drept*. Dreptul roman a fost cea mai completă codificare a dominației în societate a celor care dețineau banii și puterea politică. În dreptul roman, dreptul de proprietate se afla pe primul loc. Proprietatea se extindea și asupra sclavilor și era constituită în mare parte din sclavi, astfel că cele mai înspăimîntătoare acte de nedreptate din partea unor persoane particulare au putut fi justificate cu referiri la justiția publică. Dreptul roman a reprezentat totuși o reglementare sistematică a relațiilor sociale (p. 165). Sub forma sa de cod operativ, dreptul roman nu a supraviețuit sistemului administrativ în care a fost elaborat, devenind în epoca barbarilor literă moartă. Totuși, timp de secole el a rămas principala schemă după care oamenii instruiți puteau întreprinde un studiu rațional al societății. Studiul dreptului a constituit unul dintre mijloacele prin care natura societății a putut fi redescoperită după evul mediu.

12. 3. Știința socială în epoca feudală

Știința socială și primele biserici

După dispariția Imperiului roman, dreptul roman și ordinea de stat nu puteau fi înlocuite decât printr-un sistem de gândire socială diferit și, în același timp, înrudit. După cum am văzut (p. 181 și urm.), prăbușirea țăivilizațiilor clasice, îndeosebi a celor mediteraneene, a coincis cu apariția religiei organizate, un fenomen nou în istoria omenirii. Era în primul

rînd un sistem cu fundament mai democratic, bazat pe comunități ale credincioșilor. Modelul a fost *sinagoga* evreilor, la origine un loc de întrunire al membrilor mișcării de rezistență, păstrînd cu dîrzenie legile și ritualurile ca o pavază împotriva stăpînitorilor străini (nota la p. 183). Cu toate că în primele *biserici* creștine se manifesta spiritul revoluționar și comunist al întemeietorilor lor, ele au trebuit să-și construiască o filozofie socială proprie din elementele pe care le-au găsit în jurul lor, în mare parte iudaice sau eline. Necesitatea de a apăra creștinismul atît de ideile, cît și de persecuțiile lumii păgîne a obligat diferitele comunități să-și unifice credințele pe măsură ce-și întăreau organizația, deși ereziile și schismele le-au împiedicat mereu să constituie un front unit compact. ^{3:27:3:36} Cînd puterea imperială și cultura laică au ajuns în Imperiul roman de apus într-o stare de totală decădere ca urmare a prăbușirii economice și a invaziilor barbare, biserica a fost în măsură să preia această cultură, dirijînd și controlînd în mod organizat aproape toate aspectele vieții sociale.

Acolo unde nu s-a produs această prăbușire, ca, de pildă, în Imperiul roman de răsărit, nici biserica creștină și nici succesorul ei în Asia și în Africa, islamismul, nu au putut ajunge vreodată la o organizare centrală asemănătoare și n-au reușit să exercite aceeași putere politică. Totuși, chiar și în aceste țări, precum și în India și în China, religiile au manifestat o tendință organizatoare, dar pe o bază mai puțin rigidă și într-o formă locală. În țările islamice s-a creat o mai strînsă legătură între doctrinele ortodoxe și drept prin întemeierea universităților (medrese), la originea lor școli care funcționau pe lîngă moschei. Budismul și-a creat o organizație monahală proprie, lamaistă, cu ajutorul căreia a reușit să pătrundă în cea mai mare parte a Asiei răsăritene. Însă numai în regiuni înapoiate, ca Tibetul și Mongolia, el a determinat instituirea unei ierarhii religioase la fel de puternice ca ierarhia papală. Brahmanismul a rămas religia cea mai puțin organizată, fără norme fixe ale credinței și cultului. Totuși, prin instituirea castelor, prin activitatea preoților rurali și familiari, precum și prin pelerinaje, el a reușit să păstreze în țara lui de baștină o formă de cultură uimitor de durabilă, care însă din aceleași motive nu s-a putut răspîndi și în alte țări.

Crez și credință

Instituirea unei religii organizate a dat credinței o formă stabilă, asigurînd totodată fundamentul anumitor teorii sociale. Ortodoxia religioasă cuprindea o schemă completă a științei sociale, care, deși împrumutată din practica laică, a

ajuns curînd să fie considerată de esență divină și imuabilă. În consecință, știința socială modernă nu pornește de la o analiză fără idei preconcepute a societății, ci de la modificările aduse tabloului religios al acesteia, modificări la început nesigure și conformiste, dar care au devenit treptat tot mai îndrăznețe și mai eretice.

„Cetatea lui Dumnezeu“

Chiar și ortodoxia religioasă, cu toată aparența ei de imuabilitate, își are istoria ei. În Imperiul roman de apus, biserica a transformat în mare măsură științele sociale. Moștenirea rămasă de la filozofii și juriștii clasici avea nevoie de modificări substanțiale pentru a fi adaptată la condițiile din Imperiul român în declin sau din regatele barbare care i-au urmat. Un aspect al transformării a rezultat din nevoia de a realiza o armonie între concepția despre sufletul individual care prin ascetism se eliberează de lumea păcătoasă, idee provenită din vechile culte religioase ale misterelor și puternic întărită de maniheism (p. 193), și activitatea îndreptată spre restabilirea și menținerea ordinii în această lume, astfel încît cel puțin biserica să poată prospera în siguranță. Aceasta a dus la cercetări atît în ce privește natura sufletului — *psihologia*, deși termenul apare mai tîrziu —, cît și în ce privește structura societății, cu alte cuvinte orînduirea divină veșnică a lumii temporare. Este semnificativ că primul dintre autorii clasici despre care știm că s-a preocupat de problema educației copiilor a fost Augustin, iar observațiile și amintirile sale din copilărie l-au ajutat să argumenteze din punct de vedere teologic doctrina păcatului originar. Tot el a adaptat idealul grec al lui Platon la condițiile civilizației clasice decadente. Lucrarea sa „Cetatea lui Dumnezeu“, o justificare spirituală a căderii Romei (anul 410 e.n), a fost primul plan conștient după care urma să fie clădită lumea medievală (p. 186).

„Prolegomena“ lui Ibn-Haldun

Științele sociale ale musulmanilor au întîmpinat serioase dificultăți de pe urma încercării de a pune Coranul de acord cu viața complexă din orașele cucerite (p. 195, 220). Majoritatea filozofilor islamului au tratat problemele sociale de pe pozițiile concepțiilor lui Platon și Aristotel. O contribuție foarte originală a fost aceea a lui Ibn-Haldun (p. 199), care, în prefața tratatului său de istorie, a enunțat o teorie a dezvoltării sociale determinate de factori economici, anticipîndu-i astfel pe Vico și Marx *.

Marile dispute scolastice din evul mediu s-au purtat mai ales pe marginea unor probleme de ordin social, între altele a problemei cîrmuirii, ca, de exemplu, delimitarea sferei de autoritate a papei și a împăratului. În lucrarea sa „Summa theologica”, Toma d'Aquino stabilește trăsăturile unei societăți drepte, conforme cu scriptura și cu rațiunea (p. 221), iar Dante, în „Divina comedie” și în „De monarhia”, prezintă această concepție despre lume ca un fond pe care se desfășoară viața frământată a orașelor italiene.

Concepția generală a părintelui bisericii și a poetului era în armonie cu societatea unitară și ierarhică atît de bine concepută încît părea firească, ale cărei părți componente depindeau unele de altele și unde fiecare își avea locul cuvenit. În esență, acesta era un aristotelianism creștinizat. Universul social pămîntesc corespundea din toate punctele de vedere marelui univers ceresc (p. 227). Îngeri de rang corespunzător își aveau locul alături de fiecare om și dirijau sferele cerești. Acest sistem era evident tot un sistem imuabil și etern, supus exclusiv voinței lui Dumnezeu. El a fost orînduit o dată cu creația lumii și va dăinui pînă la judecata de apoi, cînd se va statornici pe veci ierarhia cerească.

Erezia și critica socială

Acest ideal nu a corespuns multă vreme realității, dacă în general i-a corespuns vreodată. Biserica era preocupată să acumuleze averi spre a deveni cea mai importantă dintre instituțiile feudale. Critica credinței religioase era înlesnită de faptul că putea fi legată de critica conduitei necreștinești a clerului și a modului în care acesta exploata țărănimea și mica burghezie orășenească. Ereticii căutau, într-un fel sau altul, să se întoarcă la creștinismul primitiv comunist, puternic influențat de cărțile profeților din Biblie. La început, erezia era limitată la țările din jurul Mării Mediterane, mai avansate din punct de vedere economic, și a putut fi ușor zdrobită cu ajutorul cruciadelor și al închiziției. Spre sfîrșitul evului mediu, în perioada răscoalelor țărănești din Anglia și din Franța și a succesului inițial al mișcării husite în Cehia, s-a constatat că lichidarea acestor concepții era o acțiune cît se poate de anevoioasă, dacă nu chiar imposibilă. Deși se manifestau pe plan religios, toate aceste concepții eretice aveau la bază critica orînduirii de clasă nedrepte din Europa feudală. Ele nu puteau să doboare această orînduire, deoarece n-ar fi fost în stare s-o înlocuiască cu ceva fundamental diferit. Pentru aceasta era necesară acțiunea unor forțe economice mai puternice.

Renașterea

Aceste forțe au apărut o dată cu creșterea puterii orașelor și cu dezvoltarea noilor forme ale comerțului și manufacturii, aflate acum în mâinile burgheziei în ascensiune, care avea cu totul alte concepții (p. 258 și urm.). Așa precum credința în împărăția cerurilor nu putea satisface nevoile navigației din noua epocă comercială din perioada Renașterii, tot astfel filozofia socială a evului mediu nu putea corespunde cerințelor economice ale acestei epoci. Economia bazată pe agricultură și pe tradiționalele servituți trebuia să cedeze locul unei economii bazate pe comerț și pe noua și deocamdată mica producție manufacturieră. Folosirea parazită a banului, sau, mai bine zis, încasarea parazită a plății pentru folosirea lui, trebuia să se transforme din *păcatul cămătăriei* în meritoriul *împrumut cu dobândă*. Prestarea muncii nu mai era o obligație servilă față de stăpînul pămîntului, ci trebuia cumpărată și plătită. Omul valora atîta cît putea produce prin munca lui.

Deși se țineau strîns de formele religiei și afirmau chiar că se întorc la o religie mai veche și mai pură, reformatorii au distrus întreaga concepție despre un sistem social unitar. Ei au înlocuit-o cu o concepție atomistă, cu reprezentarea societății ca un ansamblu de indivizi, fiecare dintre ei trebuind să-și încheie propria sa convenție cu Dumnezeu și să-și dobîndească mîntuirea fie prin credință, fie prin predestinare, după cum era adeptul lui Luther sau al lui Calvin. În această privință, biserica catolică a ajuns în cele din urmă să fie de aceeași părere cu reformații. Deși a rămas credincios dogmelor teologice, Conciliul de la Trident (1545—1563) a mers foarte departe pe linia concesiilor, admitînd concepția mîntuirii individuale prin grația divină, și abandonînd astfel teoria socială unitară a bisericii medievale.

Imaginea medievală a lumii era atît de puternic ancorată în orînduirea și în obiceiurile societății, încît a fost necesar efortul îndelungat al multor gînditori pentru a se ajunge la un tablou încheiat al noii lumi individualiste. Machiavelli a fost cea mai remarcabilă dintre personalitățile Renașterii, care au privit societatea cu aceeași obiectivitate și claritate cu care pictorii privesc natura. Deși era un florentin patriot și în esență democrat, el n-a putut să observe în epoca sa alte căi spre succes decît un joc bine cumpănit al egoismului, forței și vicleniei. Dar chiar și în acest caz nu avea nici un rost să expună în scris principiile după care s-au condus

atîția oameni mari și cucernici ai istoriei, și de aceea Machiavelli nu s-a ales decît cu proasta reputație care dăinuie pînă în ziua de azi.

Reforma și răscoalele

Primii reformatori nu constituiau nicidecum un grup omogen din punct de vedere social. Conducători ca Luther și Calvin au sfîrșit prin a stabili relații cu prinții și cu burghezia bogată din orașele mari. Masele care sprijineau reforma erau alcătuite din oameni mult mai simpli, meșteșugari și țărani, care doreau o reformă tot atît de hotărîtă în această lume ca și în cea de apoi. Ei înclinau să îmbine critica corupției cîrmuirii papale și a slujitorilor săi cu aceea a întregului sistem social de asuprire a săracilor de către cei bogați. Aceasta a dus la răscoale ale țăranilor și meșteșugarilor în Germania și în Ungaria, care, după unele succese, ca de pildă organizarea unei comune anabaptiste la Münster, au fost reprimare cu și mai multă cruzime decît cele din epocile anterioare.

Din această epocă, adică de la începutul secolului al XVI-lea, se conturează ideea instituirii deliberate a unui stat comunist, idee derivată în parte de la Platon și în parte de la creștinismul primitiv. Cea mai celebră lucrare de acest gen, al cărui nume a fost dat tuturor operelor similare, este „Utopia“, scrisă de umanistul Thomas Morus. Deși el însuși făcea parte din păturile superioare ale noii burghezii, era dezgustat de lăcomia acesteia și a încercat să găsească într-o societate comunistă calea de a înlătura corupția pe care o generează averea și puterea. Credincios principiilor sale, el a murit apărîndu-și vechea credință.^{1, 29a} Aproape contemporană, dar cu o orientare cu totul diferită, este opera lui Rabelais, doctor în medicină și critic vehement al pedanteriei și rămășițelor spirituale ale evului mediu. Lucrarea sa „Gargantua“ este totodată un program al noii libertăți umaniste (p. 262). *Fais ce que voudras*¹ este o anticipare îndepărtată a principiului *laissez-faire*. Umorul lui ascundea o adîncă seriozitate. *Maxima Science sans conscience n'est que ruine de l'âme*², deși adresată umaniștilor venali din vremea sa, este valabilă și în zilele noastre^{0.128}.

Umaniștii de mai târziu, greu încercați de mizeria și deziluziile provocate de războaiele religioase, și-au pierdut optimismul viguros din perioada de înflorire a Renașterii.

¹ „Fă ce vrei“ — *Nota trad.*

² „Știința fără conștiință nu este decît ruina sufletului“. — *Nota trad.*

Dar tocmai experiența acumulată în viață le-a permis să-și formeze o concepție mai echilibrată despre natura societății. Cervantes (1547—1616), un ostaș spaniol rănit de multe ori în războaie, scrie în „Don Quijote” un epitaf al feudalismului. Aceleași probleme se regăsesc la Shakespeare, mai ales în ultimele sale piese. Montaigne (1533—1592), gentilom gascon, care ajunsese la înalta funcție de primar al orașului Bordeaux, exprimă în scrierile sale profunde cugetări asupra tranziției spre epoca burgheză. În opera acestor scriitori se poate găsi mai multă știință socială decât în toate lucrările moralistilor și filozofilor din acea vreme. Majoritatea filozofilor din timpul Renașterii, depinzând de bunăvoința prinților evitau cu prudență și în mod intenționat problemele sociale, concentrându-se asupra luptei omului ca individ cu natura, deși Bacon și adepții săi au recunoscut că „așa cum nu e recomandabil ca negustorul să călătorească de unul singur, tot astfel și filozofii ar reuși mai bine dacă s-ar uni laolaltă” (p. 304).

Dreptul natural

La trecerea de la concepția religioasă asupra societății la concepția comercială, o mare contribuție au adus și juriștii. Prin însăși profesiunea lor, ei au fost nevoiți să desfășoare o serioasă muncă de adaptare a întregului sistem juridic și politic la cerințele noii economii. Juriștii aveau însă impresia că nu fac altceva decât să restabilească principiile eterne ale *dreptului natural*, purificate de toate excrescențele din epoca barbară. Juriștii din secolele XVI—XVII erau urmașii umanistilor și cei mai distinși dintre ei s-au străduit neconștient să atenueze violența antagonismelor religioase în numele unei societăți tolerante și cultivate, în care să se păstreze însă neștirbit dreptul sacru de proprietate. Francezul Bodin (aprox. 1530—1596) a pus bazele științei istoriei și a înțeles cât de strâns este legată istoria de economia politică. El a fost primul care a explicat natura mării inflații din secolul al XVI-lea.

Cel mai remarcabil dintre filozofii care se ocupau cu problemele dreptului a fost Grotius (1583—1645), întemeietorul dreptului internațional. Dreptul internațional cîștigase în importanță la începutul secolului al XVII-lea nu numai ca urmare a constituirii statelor suverane, ci mai ales datorită extinderii comerțului pe întregul glob, pînă în țări cu civilizații cu totul diferite. De fapt, Grotius și-a început activitatea prin apărarea intereselor Companiei Indiilor orientale olandeze. Mai târziu, după ce a fugit din închisoare —

fusese condamnat pe viață ca adept al toleranței religioase —, el a reconsiderat principiile generale ale dreptului natural, tratându-le independent de biserică și de stat.

Nașterea științei sociale burgheze

Noua știință socială, burgheză, s-a născut, de fapt, în perioada marilor lupte religioase, naționale și de clasă de la sfârșitul secolului al XVI-lea și mijlocul secolului al XVII-lea. ^{4:12:4.52} Pentru a justifica asemenea evenimente ca revolta împotriva regelui Spaniei sau decapitarea regelui Carol I al Angliei, a fost nevoie să se analizeze țelurile finale ale societății. Critica socială făcută de Lilburne și de Winstanley, ^{6:180} precum și acțiunile partizanilor lor, levellerii și diggerii, reprezintă primele forme de îmbinare a unui studiu teoretic al orânduirii sociale cu reformele practice. Dar această mișcare a fost prematură și s-a pierdut în reacțiunea generală din Europa de la sfârșitul secolului al XVII-lea. Mai corespunzătoare acelei vremi a fost analiza făcută de Hobbes (1588—1679) asupra naturii colective a societății, analiză care l-a determinat să ceară instaurarea unui guvern puternic, capabil să conducă statul corporativ Leviathan.

Geometria și aritmetica politică

Marele avânt al activității științifice de la mijlocul secolului al XVII-lea, culminând cu succesele noii științe experimentale, nu se putea mărgini numai la științele naturii, cu toate că acestea au constituit obiectul central al preocupărilor și au influențat metodele de studiu și din alte domenii ale cunoașterii. Se părea că metodele de măsurare și demonstrația geometrică, care reușiseră atât de bine în domeniul fizicii, ar putea fi aplicate cu un egal succes și în problemele sociale. Rezultatele imediate au fost însă dezamăgitoare. Nici chiar mari filozofi ca Spinoza și Leibniz n-au izbutit să convingă prea mulți oameni că preceptele eticii și moralei pot fi demonstrate tot atât de riguros ca teoremele lui Euclid din geometrie.

Totuși, pe baza metodei inductive s-a făcut un început, aplicându-se măsurarea și la factorii sociali, lucru care s-a dovedit ulterior a fi de mare importanță. Graunt (1620—1674), negustor din Londra, a publicat o lucrare, „Remarks on the Bills of Mortality” („Observații asupra registrelor de mortalitate”), pentru care a fost numit, cu aprobarea expresă a regelui, membru al Societății Regale. Aceasta a însemnat începutul statisticii mortalității. După el au urmat alții, ca Halley, care a întocmit tabele de longevitate, pe

care marele om de stat Cornelius de Witt (1623—1672) le-a folosit pentru a vinde cu mari profituri rēnte viagere, salvând astfel finanțele Republicii olandeze. De aici a luat naștere marele business al asigurărilor. Un alt membru al Societății Regale, jurist și om de afaceri deosebit de capabil, fost secretar al lui Hobbes, William Petty, prin lucrarea sa „Political Arithmetic” („Aritmetica politică”) a marcat începuturile altei ramuri a științelor sociale, statistica economică, atât de răspândită astăzi.

12. 5. Iluminismul și revoluția

Newton și Locke

Teoria politică și teoria economică au devenit principalele științe sociale din secolul al XVIII-lea. Prin dezvoltarea lor, legătura dintre științele fizice și cele sociale s-a strâns din nou foarte mult. John Locke (1632—1704), prieten personal al lui Newton și el însuși om de știință și medic practician, a recurs la noile idei științifice pentru a justifica tipul guvernului de compromis instaurat de „revoluția glorioasă” din 1688. Prin acest guvern, întreaga putere a fost transmisă, de fapt, negustorilor de la orașe și latifundiarilor aristocrați, care au format împreună noua clasă înstărită : burghezia. Aceasta nu dorea altceva decât să fie la adăpost de imixtiunea arbitrară a regelui, precum și de eventuale pretenții din partea claselor de jos ; ea era dispusă să guverneze cu respectul ordinii și al legalității atâta vreme cît i se îngăduia ca ea însăși să facă legile și să le aplice. Însuși Locke a contribuit la întemeierea în 1696 a Consiliului de Comerț (Council of Trade), mai târziu Ministerul Comerțului (Board of Trade). Aici s-a făcut prima încercare organizată de a aplica noile metode matematice în treburile publice. Era cît se poate de bine venită descoperirea că universul însuși se supune unor legi eterne, din care se trăgea concluzia că, dacă se aplică o constituție bună, nu mai există nici un motiv ca lucrurile să se schimbe vreodată.

Adam Smith. „Avuția națiunilor”

Principalele aspecte negative ale constituției britanice au fost scoase în evidență și prin studiul economiei politice. Mulți dintre scriitorii secolului al XVIII-lea s-au ocupat de probleme economice. Hume (1711—1776), întemeietorul școlii sceptice sau agnostice în filozofie, și-a definit clar poziția în sprijinul noilor instituții ale capitalismului. El a recunoscut importanța concurenței între negustori ca mijloc de reducere

a profiturilor și de menținere a dobânzii la un nivel scăzut, ceea ce favoriza intensificarea comerțului. El a înțeles de asemenea că prin creșterea rezervelor monetare salariul real scade, în timp ce profiturile se mențin la un nivel ridicat.^{1.36} Mandeville (aproximativ 1670—1733), în „Fabula despre albine“, a emis ipoteza că bunăstarea societății ar putea fi o consecință a viciilor și extravagantei bogătașilor.

Economia politică liberală avea să înceapă ca studiu serios abia cu Adam Smith, reprezentant al grupului de intelectuali scoțieni a căror activitate a coincis cu transformarea Scoției dintr-o țară agrară săracă și înapoiată într-un centru industrial (p. 375). Adam Smith a fost impresionat de marea prosperitate a Angliei, pe care a explicat-o prin dezvoltarea spontană și neorganizată a manufacturii, proces care a precedat cu puțin revoluția industrială (p. 360). După părerea lui, prosperitatea se datora *diviziunii muncii* în industrie și înlesnirii *schimbului* de produse agricole și industriale. Totodată, el nu putea să nu-și dea seama de greutățile provocate de restricțiile impuse de guvern industriei și comerțului. După părerea sa, cea mai importantă piedică în dezvoltarea liberă a noilor forțe^{4.3} o constituia sistemul pe atunci predominant al *mercantilismului*, care monopoliza comerțul colonial în interesul unui număr restrâns de negustori înstăriți. În sprijinul acestor idei, Adam Smith și-a luat sarcina de a analiza întregul mecanism de producție-repartiție al societății; rezultatele acestei analize au fost expuse în lucrarea sa „Cercetare asupra naturii și cauzelor avuției națiunilor“ (1776). Această carte, care de la apariție a devenit biblia noului capitalism industrial, este una dintre marile lucrări de sinteză socială, comparabilă cu „Summa Theologica“ a lui Toma d'Aquino și depășită doar de „Capitalul“ lui Marx. Ea arc însă o sferă de preocupări și obiective mai reduse decât aceasta. Cartea se ocupă în primul rând de o ființă de tip nou, „omul economic“, care trăiește din muncă și din schimbul produselor sale pe acelea ale semenilor săi, realizând totdeauna acest schimb în condițiile cele mai avantajoase pe care le poate obține. Adam Smith arată cum în trecut aceste activități au fost îngrădite în permanență de obiceiurile străvechi, de privilegiile feudale sau de reglementările mercantiliste. În această nouă eră, a iluminismului, el a văzut, în sfârșit, perspectiva realizării unei *ordini naturale* a societății, în care omul economic să-și poată desfășura activitatea fără nici o îngrădire. Aceasta trebuia să ducă neapărat la cele mai bune rezultate posibile, deoarece, conform legilor economiei politice, urmărirea interesului personal pe orice cale, în afară de aceea a crimei efective, nu poate să ducă decât la satisfacerea maximă a intereselor tuturor. Intervenția le-

gislativă nu este de fel necesară ; dimpotrivă, ea s-a dovedit a fi aproape totdeauna dăunătoare, căci omul este „condus de o *mînă nevăzută* spre atingerea unui țel care n-a stat în intenția sa”.

Pentru Adam Smith și adepții săi, economia bazată pe principiul *laissez-faire* reprezenta *ordinea naturală*, care înlocuia providența divină sau înțelepciunea prinților. Cu toate limitele ei, de care abia astăzi ne dăm bine seama, și cu toate gravele ei consecințe, aceasta a fost totuși, la vremea ei, o doctrină importantă și eliberatoare. Adam Smith a făcut însă mult mai mult decît s-o enunțe ; pentru a o demonstra, el a pus bazele metodei logice în gîndirea economică, metodă care a supraviețuit concluziilor trase de el.

Teoria valorii bazate pe muncă

Din acest punct de vedere, deosebit de importantă este teoria lui Adam Smith despre *valoarea* produsului, pe care o atribuie exclusiv *muncii* necesare pentru producerea lui. În vremea cînd a fost enunțată, *teoria valorii bazate pe muncă* era îndreptată împotriva curtenilor, clericilor și latifundiarilor, care pretindeau venituri nejustificate prin muncă. Mai târziu, în secolul al XIX-lea, această teorie a căzut în dizgrație în rîndurile economiștilor ortodocși, care își dădeau seama că ea ar putea fi folosită și împotriva capitaliștilor. De fapt, ideea *plusvalorii*, care, așa cum a arătat Marx, reprezintă diferența dintre valoarea unui produs și salariul plătit producătorilor reali, se găsește în germene încă la Adam Smith. După părerea lui Smith, obiectivul general al oricărei activități economice este urmărirea *profitului*, dar ea nu duce totdeauna la rezultate bune. De fapt, marele pontif al capitalismului nutrea prea puțină încredere în cinstea turmei sale, pe care o definea astfel : „Un grup de oameni ale căror interese nu corespund niciodată întru totul cu interesul general, care au de obicei interesul să înșele și chiar să oprime societatea și care au și reușit în multe ocazii s-o înșele și s-o oprime”.^{5.81}

Influența cărții „*Avuția națiunilor*” a fost pe cît de durabilă, pe atît de imediată. Această lucrare a depășit prin influența ei sfera gîndirii economice ; ea a oferit o justificare teoretică practicii capitalismului industrial și a dat tonul unei noi atitudini într-o societate în care *interesul personal iluminat* a devenit cea mai aleasă virtute. Cartea avea să devină principalul bastion al filozofiei liberale, care nu și-a mai găsit de atunci încoace un alt sprijin teoretic atît de puternic.

În alte țări, cu o situație economică mai puțin favorizată, studiile economice n-au dus la soluții atât de simple și de liniștitoare. Revoluția americană anterioară avusese un caracter economic mult mai accentuat. Marele ei teoretician, Franklin, a îmbinat, după cum am văzut (p. 373), cunoștințe științifice, economice și politice cu o activitate concretă de tipograf, diriginte de oficiu poștal, soldat și om de stat. Satisfacerea revendicării fundamentale a coloniștilor: „Nici un impozit fără reprezentanță în parlament” nu putea fi obținută decât printr-o revoltă activă. Dar și după victoria acesteia, noua republică a fost frământată de conflicte economice. ^{6.125a}

Fiziocrații

Mișcarea prerevoluționară a *fiziocraților*, în Franța, a avut în mare măsură un caracter economic. Ei porneau, în parte, de la o analiză a prosperității din Anglia și voiau să determine o folosire rațională a resurselor naturale ale Franței, îndeosebi a pământului; această atitudine îi puneă inevitabil în conflict cu orînduirea feudală, care dovedise de mult că și-a trăit traiul. Doctrina fiziocraților, care convenea destul de bine și industriașilor francezi în ascensiune, a avut o mare influență asupra orientării politice a primilor revoluționari francezi. După cum a spus Quesnay, aceasta a fost o revoluție pentru înfăptuirea principiului „laissez-faire”, începutul ei fiind determinat de o criză economică. „Laissez-faire” și „laissez-passer” au fost, în primul rînd, lozincile unei mișcări care urmărea să elibereze producția manufacturieră de controlul de stat și comerțul de taxele și de impozitele locale împovărătoare.

Sălbaticul nobil

Știința socială revoluționară a secolului al XVIII-lea nu s-a mărginit la economia politică. A apărut o nouă preocupare, studiul omului, dar nu așa cum se înfățișa el atunci în țările civilizate ale Europei occidentale, ci omul în stare sălbatică, nealterat de civilizație. Această imagine, mult idealizată, fusese construită pe baza descrierilor marilor călătorii din acea epocă și a relatărilor misionarilor. În afară de acestea, oamenii de cultură din Europa fuseseră foarte mult impresionați de cele aflate, în mare parte tot de la misionari, despre civilizațiile mai vechi și foarte evoluat din China și India.

De la greci încoace, era prima oară cînd se putea face sociologie comparată, iar comparația nu era de loc în fa-

voarea civilizației din Europa secolului al XVIII-lea. Filozofii cu orientare clasică mai pronunțată, ca Montesquieu (1689—1755) și Voltaire (p. 362), au folosit această comparație cu sălbăticiii și cu civilizațiile orientale pentru a critica instituțiile din țara lor.^{5.6} Ei luau parte, ca de altfel toți filozofii și economiștii, la marea luptă politică împotriva a ceea ce se numea *l'ancien régime*, iar în Anglia împotriva intereselor latifundiarilor, adică, în amândouă cazurile, împotriva rămășițelor modificate ale unei orînduiri mai mult sau mai puțin feudale. De aceea ei au fost nevoiți să renunțe la tradiție, în care își găsea justificarea vechiul sistem, și să invoce o ipotetică domnie a rațiunii, unde totul era perfect, pentru că legile naturii puteau acționa nestingherite.

Acești *filozofi* nu voiau totuși să meargă prea departe. Ei considerau că ar fi de ajuns simpla înlăturare a abuzurilor fără răsturnarea orînduirii sociale. Romanticii au mers mai departe.

Rousseau

Potrivit doctrinei lui Rousseau, fiu al unui meseriaș din Geneva, filozof profund influențat de tradiția calvinistă, virtutea înăscută a omului a fost coruptă de civilizație și ar putea fi redobîndită prin reîntoarcerea la natură. Prin aceasta, vechea doctrină a căderii omului în păcat a căpătat o nouă interpretare. Omul nu trebuie să mai aștepte mîntuirea de sus; el și-o poate dobîndi prin propriile sale eforturi. Unele dintre valorile civilizației, cum ar fi legea și ordinea, ar putea fi totuși menținute printr-un „contract social“, liber consimțit de popor. Această doctrină avea să determine o revizuire optimistă și de esență democratică a analizei societății, influențînd multe dintre laturile ei, îndeosebi educația.

Epoca rațiunii. Voltaire

În secolul al XVIII-lea, științele sociale au avut în cea mai mare parte un caracter în esență deductiv și critic. Acest lucru era firesc, deoarece ele au apărut în primul rînd ca o mișcare de protest împotriva concepțiilor tradiționale prin care bisericele, atît cea protestantă, cît și cea catolică, își exercitau controlul asupra vieții de zi cu zi a societății. Obiectivul principal al științelor sociale consta în distrugerea bazelor spirituale și morale ale tabloului tradițional al societății — prin critica filozofică, așa cum au făcut scepticii Hume și Bayle (1647—1706), prin afirmarea unor concepții materialiste, ca în cazul enciclopediștilor francezi Diderot și Holbach (1723—1789), prin reîntoarcerea la natură, ca în

doctrina lui Rousseau, sau, cu maximum de efect, prin ironia directă și mușcătoare a lui Voltaire, cu lozinca sa *écrasez l'infâme* (zdrobiți-o pe infama), îndreptată împotriva bisericii, ca susținătoare a vechiului regim. Toți aceștia au subminat definitiv credința religioasă a societății culte, care, nu trebuie să uităm însă, reprezenta numai o fracțiune neînsemnată a populației. Dar s-a văzut curînd că ceea ce puseseră în locul religiei era artificial și arbitrar. În „epoca rațiunii” era cu neputință să se găsească un sistem social eficace fără o analiză mult mai aprofundată a societății. Ceea ce le lipsea tuturor gînditorilor din acea vreme era o metodă de cercetare istorică și totodată practică.

Vico și „noua știință” despre societate

Unul dintre acești gînditori, care a făcut excepție, recunoscînd cel puțin necesitatea unei metode istorice, a fost Giovanni Battista Vico (1668—1744), un obscur profesor de drept din Neapole. Situîndu-se cu totul în afara orientării dominante a gîndirii științifice și filozofice din epoca sa, el a scris la începutul secolului al XVIII-lea lucrarea „Știința nouă”^{4.111}, prima expunere clară a unei științe despre societate. Combătîndu-l pe Descartes și avînd multe contingente cu Bacon, pentru care nutrea o mare admirație, Vico încearcă să înțeleagă societatea nu prin intermediul rațiunii pure, ci prin caracterul produselor ei, îndeosebi prin legislația și poezia ei. Vico a fost primul care a afirmat că „societatea omenească este făcută de om, deci omul o poate înțelege” și care a înțeles că literatura și legislația din trecut oglindesc caracteristicile dezvoltării sociale din perioadele respective. El și-a pus, de pildă, întrebarea : de ce s-a scris poezie epică numai la începutul perioadei clasice ; concluzia la care a ajuns a fost că poemele epice erau cele mai corespunzătoare societății conduse de căpeteniile barbare din Grecia acelei perioade.

El a fost primul care și-a dat limpede seama că în toate manifestările ei — poetice, juridice, religioase — societatea constituie o unitate și că această unitate nu este statică, ci supusă transformării. Diferitele mișcări din cursul istoriei au determinat apariția anumitor instituții. Această concepție era, bineînțeles, în dezacord total cu concepția predominantă în secolul al XVIII-lea despre existența unei orînduiri sociale unice, naturale și raționale. *Filozofii* credeau că o dată cu înlăturarea anomaliei pe care o constituiau formele de guvernare și superstițiile existente — cîrmuirea regelui și a clerului — omul se va reîntoarce la orînduirea firească și va trăi fericit în vecii vecilor. Vico a văzut mai departe,

recunoscînd necesitatea unei evoluții sociale ; dar nici el n-a putut depăși vechea concepție despre un ciclu prestabilit al dezvoltării societății omenești, pe care îl explica recurgînd la providența divină. Dar opera lui, deși neapreciată și inacceptabilă la vremea aceea, n-a fost cu totul zadarnică. Prin Hegel și Michelet, ea avea să exercite o anumită înrîurire asupra marxismului. ^{6.166}

Revoluția franceză. „Drepturile omului“

Critica filozofică premergătoare revoluțiilor din America și Franța a zdruncinat concepțiile claselor de sus, iar revoluțiile înseși aveau să ducă această critică în rîndurile maselor populare. Tom Paine (1737—1809), sub impresia evenimentelor din America, atacă, în lucrarea sa „Drepturile omului“, întreaga concepție despre civilizația secolului al XVIII-lea, de la Locke pînă la Burke, pe care o consideră coruptă și tiranică. ^{6.137} Ideea în sine că oamenii ca oameni și nu în virtutea rangului social sau a bogăției au drepturi care trebuie respectate era nouă și impresionantă, chiar și atunci cînd era enunțată doar în saloane. Robert Burns, unul dintre primii mari poeți ridicați din popor, exprimă bine acest lucru în cuvintele : „Rangul social este doar inscripția de pe monedă, omul este om prin sine“ *. Concluzia ce urma de aici, și anume că toate celelalte drepturi sînt arbitrare și trebuie să cedeze în cele din urmă locul în fața drepturilor oamenilor de rînd, așa cum a fost demonstrată în stradă, a tras-o în-săși revoluția.

Totuși, revoluția franceză, care în faza ei distructivă a avut în mod necesar un caracter popular, și-a schimbat acest caracter de îndată ce promotorii ei și-au atins scopul urmărit. Protagonisții ei burghezi erau tot atît de preocupați să apere dreptul de *proprietate* privată — inclusiv dreptul la proprietate asupra sclavilor în America — împotriva vulgului, pe cît fuseseră de preocupați să-l apere, la timpul lor, împotriva regelui. Majoritatea gînditorilor politici împărtășeau convingerea lor ; doar Babeuf (1760—1797), în Franța, a avut îndrăzneala să ceară descătușarea omului nu numai din lanțurile politice, ci și din cele economice, dar aceasta l-a dus la ghilotină. Pînă atunci sociologia oficială ignorase clasele de oameni ai muncii, luîndu-le în considerație doar ca factori utili în producția agricolă sau ca mîină de lucru în industrie. De fapt, în vremea aceea aceste clase erau prea slabe și prea neorganizate pentru ca să revendice în mod serios puterea.

În Anglia, marea burghezie își asigurase puterea către sfîrșitul secolului al XVIII-lea, iar revoluția industrială fi

aducea bogății uriașe. Ea n-avea nici un motiv să lărgescă sfera libertăților, în schimb avea destule ca s-o restrângă. Existau însă încă de pe atunci frământări în rîndurile micilor industriași și ale meseriașilor. Revoluția franceză și chiar epoca napoleoneană, care curățase Europa de vechea reacțiune, a trezit în sînul maselor populare simpatii care n-au putut fi înăbușite decît printr-o represiune puternică. Revoluția franceză a avut o influență profundă asupra intelectualilor, atît asupra unor filozofi ca Godwin, cît și asupra unor poeți ca Shelley, Blake și Byron. Chiar și Wordsworth, ajuns ulterior poet al curții, scria în al său „Preludiu” :

*„În acea vreme Europa fremăta de bucurie :
Franța era în culmea gloriei sale,
Iar firea omenească parcă renăscuse...
În zorile acelei lumi era o bucurie să trăiești
Iar să fii tînăr era o adevărată fericire !”*

12. 6. Utilitarismul și reforma liberală

Triumful liberalismului burghez

Căderea lui Napoleon și reacțiunea care a urmat aveau să înlătore acest optimism din sfera politicii, îndreptîndu-l spre justificarea și apologia capitalismului industrial în ascensiune. De o parte, sub un aspect pozitiv, se afla marea școală a utilitariștilor, cu Jeremy Bentham (p. 389) și James Mill (1773—1836), care încercau să demonstreze că, dacă s-ar înlătura anumite abuzuri, n-ar mai exista nici un motiv ca libera inițiativă să nu aducă „cea mai mare fericire pentru cel mai mare număr de oameni” (p. 377) *. De altă parte, sub un aspect negativ se afla preotul Malthus, care considera că există oricum prea mulți oameni pe pămînt și că cei care n-au putut deveni nici capitaliști și n-au fost în stare să practice abstenența sînt sortiți să fie periodic decimați de foamete, molime și războaie. Malthus a expus această teorie în lucrarea „Essay on the Principle of Population” („Despre populație”), publicată în 1798. El este autorul doctrinei pesimiste a *legii fertilității descrescînde a solului*, care de atunci a fost folosită neconținut pentru a descuraja orice încercare de a îmbunătăți soarta omului.

Ricardo

Prieten al lui Malthus, deși în multe privințe nu împărțasea vederile lui, bogatul bancher Ricardo (1772—1823) a contribuit mult la începutul secolului al XIX-lea la comple-

area operei începute de Adam Smith, reprezentant al generației precedente. El a fost martor al uriașului avânt al revoluției industriale și al prosperității în Anglia, cea mai mare și de fapt aproape singura țară industrială pe vremea aceea. Ca atare a fost în măsură să-și elaboreze lucrările economice pornind de la succesul noii „mașinofacturi” (industrii mecanizate) capitaliste. Ricardo a acceptat teoria lui Adam Smith asupra valorii bazate pe muncă, fără a fi în stare însă să înțeleagă noile condiții în care capitalul fix reprezenta o pondere mai importantă în determinarea prețului de cost. Marx a fost acela care a arătat că, de fapt, aceasta nu contrazicea teoria valorii bazate pe muncă, deoarece capitalul fix este tot muncă, încorporată în clădiri și în mașini.^{5.56}

Această deficiență în concepția lui Ricardo a fost folosită de economiștii de mai târziu pentru a răsturna întreaga teorie a valorii bazate pe muncă și a abate economia politică de la studiul producției de bunuri spre acela al schimbului lor. Acest proces începuse să se întrevadă chiar în opera lui Ricardo. Ca bancher, el era mult mai preocupat de repartitia bunurilor decât de producția lor. Aceasta l-a determinat să cerceteze raportul existent între *rentă*, *dobândă* și *profit*, în care se împarte plusvaloarea rămasă după scăderea *salariilor*. Dobânzile și profitul puteau fi justificate, dar cum, după concepția lui, pământul în sine nu putea să aibă valoare, *renta* era greu de justificat. Pentru a o justifica totuși, el a trebuit să introducă ideea de *rentă diferențială*, obținută pentru pământul mai bun decât cel de calitate mijlocie. Această idee, care nu corespundea celorlalte concepții ale sale, a fost extinsă ulterior și asupra profitului. Astfel au luat naștere teoriile diferențiale ale valorii, sau teoriile *marginale*, care, cum vom vedea, au fost utilizate apoi pentru a camufla *exploatarea* demonstrată prin teoria valorii create de muncă. Obiectivul principal al lui Ricardo era discreditarea latifundiarilor și a politiciilor lor protecționiste și de menținere a unor prețuri ridicate la grâne. Opera sa a adus deci o contribuție la ideologia mișcării pentru reformă agrară, ducând, în ultimă instanță, la victoria liberului-schimb. Cu toate acestea, el n-a fost obligat, ca economiștii de mai târziu — „economiștii vulgari”, după denumirea dată de Marx — Say (1767—1832), Nassau Senior (1790—1864) și Bastiat (1801—1850), să justifice sau să facă apologia capitalismului „cu conștiința încărcată și cu intenții rele”, sub presiunea primelor critici din partea claselor de jos.

Legile de fier ale economiei politice

Spre mijlocul secolului al XIX-lea, științele sociale, avînd o bază sigură în logica utilitaristă și o confirmare prin succesele economice, păreau să se fi consolidat pentru totdeauna. Liberalismul și liberul-schimb triumfaseră, iar „progresul” în aceeași direcție părea asigurat. Totuși nu se putea nega că devenea tot mai puternic un simțămînt de neliniște, convingerea că este ceva putred în întregul sistem. „Jalnica știință” a economiei politice urmărea în mod vădit să justifice starea de lucruri existentă într-un asemenea moment cînd pentru clasele sărace — de fapt pentru toată lumea, cu excepția acelor industriași care prosperau — era limpede că treburile nu merg bine. În țara industrială cea mai bogată din lume, în cele mai înfloritoare centre comerciale, care constituiau mîndria epocii, bîntuiau foametea și molimele.^{5.30} Pretutindeni ignoranța și nesiguranța socială atinseseră proporții nemaiîntîlnite pînă atunci. Toate acestea se cereau explicate și justificate; nu mai era loc pentru nici un fel de sentimente umane; în locul lor trebuiau să domnească legi necruțătoare și inevitabile. În consecință, economia politică, logica și psihologia de la mijlocul secolului al XIX-lea au fost elaborate pe baza unei imitații serbede a științelor fizice, rămînînd cît mai departe de viața reală.

Religia și reacțiunea

Cînd justificarea capitalismului cu argumentele rațiunii și-a pierdut puterea de convingere, s-a recurs la religie cu mijloacele ei supranaturale. După revoluția franceză s-a produs o revenire conștientă la religie, menită să neutralizeze scepticismul deist din secolul al XVIII-lea,^{5.37-38} a cărui răspîndire se dovedise atît de primejdioasă pentru lege și ordine. Bogătașii au reînceput să meargă la biserică, iar unii dintre ei să cocheteze chiar cu ritualul romano-catolic. Metodismul și alte mișcări evanghelice, răspunzînd unor cerințe de ordin emotiv, au contribuit de asemenea în oarecare măsură la abaterea criticii din partea micii burghezii și a „săracilor merituoși”, deși deseori s-a constatat că „conștiința neconformistă” sprijinea curente radicale. Totuși, religiei nu i s-a îngăduit să influențeze cu adevărat bunul-simț, nici să se amestece în activitatea de afaceri a micii burghezii. Aceasta nu atît datorită faptului că, așa cum spuneau cu ironie ateii, religia era respectată numai duminica, ci pentru că în ea se putea găsi o justificare biblică a abținerii și cumpătării, ca și a răsplății materiale pentru practicarea acestor

virtuți. Cu toate că acesta era tonul dominant și oficial, toți nu toată lumea se pronunța în favoarea acestor idei și pentru resemnare.

Proteste radicale și romantice

Într-adevăr, o seamă de poeți, scriitori și artiști au protestat prin cuvinte și imagini împotriva fenomenelor monstruoase ale capitalismului secolului al XIX-lea și, cercetându-le, au reușit să vadă ororile și mizeria inerente capitalismului, precum și îngîmfarea și lăcomia celor interesați să-l perpetueze. În perioada revoluționară, Blake, Byron și Shelley și-au ridicat glasul împotriva tiraniei și a mizeriei apăsătoare. Mai târziu, cînd capitalismul părea să se fi statornicit pentru totdeauna, romancierii ca Dickens, Elisabeth Gaskell, George Eliot și chiar Benjamin Disraeli au atacat fără cruțare manifestările lui, fără a putea însă oferi altceva în schimb. Critici ca Carlyle și Ruskin au încercat să-i dezvăluie originile și să propună mijloace de remediere. Le-a lipsit însă atât dorința, cît și înțelegerea necesară pentru a împinge analiza pînă la bazele de clasă și relațiile de proprietate ale societății, și de aceea au încercat să găsească o soluție întorcîndu-se la trecut, la epoca eroilor sau a credinței, la orice afară de sistemul comercial și industrial din vremea lor.

Robert Owen

Influența operei lui Robert Owen (1771—1858), radical din Țara Galilor, a fost mult mai mare, deoarece el a fost mai apropiat de popor. După cum l-a caracterizat un adversar care-l admira fără voie,^{6.141} Owen a fost un om „care a făcut avere prin capitalism și bun-simț, pentru a o risipi prin comunism și țieală”. S-a ridicat prin propriile-i puteri, ajungînd la vîrsta de 20 de ani un industriaș bogat. În filaturile sale de la New Lanark, el a creat condiții de cultură și a luat măsuri de îmbunătățire a condițiilor de muncă, demonstrînd practic că sclavia și mizeria sordidă din industria bumbacului nu reprezentau nici măcar o afacere bună.

Robert Owen a avut mai curînd un spirit economic și organizatoric decît politic. El a fost printre cei dintîi care și-a dat seama că noile mașini, dacă sînt bine folosite, pot asigura bunăstarea tuturor. Însă, la fel ca mulți idealiști liberali, credea că pentru înfăptuirea unor reforme nu este nevoie de altceva decît să se dovedească celor bogați și puternici că este și în folosul lor să accepte și chiar să promoveze un sistem social mai echitabil. Încercările lui de a stimula inițiativa muncitorilor înșiși erau totdeauna stingerite

de teama de a nu alarma clasele stăpînitoare. Obiectivul lui era crearea unei comunități cooperatiste, pe care a numit-o „Noua lume morală” și în care producția urma să fie organizată fără a se face deosebire între capitaliști și muncitori. Această concepție a încercat s-o concretizeze pentru prima oară în Lumea nouă liberă, dar colonia „Noua armonie”, înființată în 1825 în statul Indiana, s-a menținut numai trei ani, eșecul ei înghițindu-i o mare parte din avere. Fără a se descuraja, Owen se întoarce în Anglia, punîndu-și energia și ce-i mai rămăsese din bani la dispoziția mișcării sindicale, care tocmai ieșise din ilegalitate. În 1833 transformă Sindicatul constructorilor într-o breaslă a constructorilor, care trebuia să-i înlăture pe antreprenori. În anul următor devine și mai ambițios și se lansează în organizarea Marii uniuni naționale a sindicatelor (Grand National Consolidated Trades Union), care este zdrobită în cîteva luni prin atacurile concentrate ale guvernului și patronilor. Pînă la urmă, cea mai trainică dintre toate realizările sale s-a dovedit a fi, totuși, cooperația. Owen prefera cooperativele de producție, dar cooperația a prins rădăcini mai ales în sectorul repartiției. Primul magazin cooperatist care a dăinuit o vreme mai îndelungată, deși nu era primul, a fost acela al pionierilor de la Rochdale, înființat în 1844. Cu toate că a obținut un frumos succes material și a protejat într-o mare măsură pe săraci împotriva prețurilor exorbitante, cooperația n-a putut face nimic pentru a stăvilii exploatarea propriei sistemului profitului. Chiar și în secolul nostru, cînd cooperația a luat o extrem de mare extindere, asociațiilor cooperatiste din Anglia nu le revine mai mult de 10% din comerțul cu amănuntul.

Mișcarea cooperatistă, care a slăbit cu timpul, rămîne un exemplu de ceea ce înseamnă capacitatea clasei muncitoare de a-și crea și conduce propriile sale organizații. Consecințele sociale ale revoluției industriale au fost înțelese în modul cel mai profund de către cei care au fost victimele ei — radicalii și cartiștii —, proveniți mai ales din rîndurile micilor comercianți și meseriași. Oamenii ca John Gray (1799—1850) și Francis Bray (1809—1895) s-au folosit de argumentele utilitaristilor și ale lui Owen pentru a ajunge la concluzia logică că trebuie să se creeze un stat socialist în care toți oamenii să fie producători de bunuri. Alături de ei a fost Thomas Hodgskin (1783—1869), adevăratul întemeietor al Institutului de mecanică din Londra, devenit mai tîrziu Birkbeck College. El a mers mai adînc cu critica, stabilind că singura alternativă a pauperizării continue a clasei muncitoare este lichidarea clasei capitaliștilor (p. 826). 6.126; 6.131; 6.142

Acești oameni nu s-au mulțumit să analizeze și să critice societatea ; ei au încercat s-o schimbe, să cucerească libertatea politică și economică, să asigure activitatea legală a sindicatelor și să dezvolte progresul limitat întruchipat în legea reformei electorale prin democrația populară a cartei. La mijlocul secolului al XIX-lea a devenit evident că luptele și suferințele lor erau zadarnice. Capitaliștii erau mai tari ca oricând pe pozițiile lor. Ce-i drept, unele nedreptăți fuseseră atenuate — unele fărîme din noua prosperitate comercială ajungeau în mîinile muncitorilor —, dar nedreptatea fundamentală a exploatării se menținea în continuare. Totuși, precursorii englezi ai socialismului, oricît de utopice ar fi fost țelurile lor, au dat mișcării o comoară de experiență și de entuziasm care avea să-și păstreze pentru totdeauna valoarea.

Socialismul francez

Muncitorii din Franța, în ciuda tradiției revoluționare a țării, nu se aflau într-o situație mai bună decît cei din Anglia. După ce au dispărut consecințele imediate ale reacțiunii clericale, s-a instaurat dominația cinică a banului, înfățișată în operele nepieritoare ale lui Balzac și Daumier. Revoluția din 1830 a adus poporului francez tot atît de puțină libertate cîtă a adus legea reformei electorale din 1832 fraților săi englezi. Totuși, tradiția revoluționară din Franța a stimulat în vremea aceea o discuție vie și inteligentă asupra problemelor sociale și economice. Aristocratul pe jumătate nebun Saint-Simon și gînditorul cu spirit practic François Fourier, întemeietorul mișcării cooperatiste din Europa, argumentau într-un mod mai abstract și mai sistematic decît filantropii și radicalii englezi. Ei au stabilit o dată pentru totdeauna caracterul și forma de organizare a societății noi, care întruchipează idealurile de dreptate socială și de libertate. Ei erau convinși că, de îndată ce poporul va înțelege că noua formă a societății — socialismul (cuvîntul datează din deceniul al patrulea al secolului trecut) — este infinit superioară vechii forme, el o va întîmpina cu bucurie, iar după revoluție, de preferință pașnică, se va instaura pe pămînt „veacul de aur“.

Dar lucrurile nu s-au petrecut astfel ; owenismul, cartismul sau socialismul utopic, cu tot entuziasmul stîrnit, n-au reușit să provoace vreo schimbare importantă în dominația capitalului. Era limpede că în toate aceste curențe lipsea ceva esențial — înțelegerea suficient de clară a mecanismului de funcționare a societății — pentru a se putea realiza transformările a căror utilitate era vădită. Tehnica își rezolvase problemele dînd dezvoltare științelor naturii, căci, după cum

am văzut, aceste științe au progresat numai și numai atunci când descoperirea legilor naturii a ajutat pe om să-și asigure dominația asupra naturii. Secolul al XIX-lea avea nevoie de o *știință despre societate* tot atît de eficace ca și științele naturii în sensul de a oferi oamenilor posibilitatea de a domina societatea din care făceau parte.

12. 7. Marxismul și știința despre societate

Crearea unei asemenea științe a societății constituie marea merit al lui Karl Marx și Friedrich Engels. Karl Marx, născut în 1818 la Trier, în Renania, a fost fiul unui avocat cu tendințe liberale și o cultură aleasă. Atît timpul cît și locul în care s-a născut erau favorabile celui ce avea să aducă o transformare atît de radicală în gîndirea omenească. Deși locuind destul de aproape de Franța pentru a simți întreaga influență a marelui curent intelectual al iluminismului, a crescut într-o țară situată în afara curentului principal al dezvoltării capitaliste. Astfel a scăpat de primejdia, comună gînditorilor francezi și englezi contemporani lui, de a accepta capitalismul ca ceva de la sine înțeles. Acest avantaj n-ar fi fost totuși valorificat dacă în el nu s-ar fi îmbinat o inteligență pătrunzătoare cu o adîncă pasiune pentru dreptate.

Anii săi de studenție au coincis cu perioada în care discuțiile în problemele intelectuale și politice ajunseseră la punctul culminant, cu frămîntarea generală premergătoare revoluției din 1848. Germania încă nu fusese cuprinsă de revoluția industrială și, prin războaiele napoleoneene, ajunsesese sub influența gîndirii liberale franceze. Ca urmare, în Germania puteai gîndi în mod abstract asupra problemelor sociale fără să fi fost prea mult stînjinit de o comparație cu realitatea. Sfîrșitul secolului al XVIII-lea și începutul secolului al XIX-lea au reprezentat perioada de înflorire a filozofiei idealiste germane a lui Kant, Goethe, Schelling și, mai ales, a lui Hegel. În Germania, științele sociale și științele naturii se contopiseră într-o măreață „*naturfilosofie*” (p. 472). Kant nu a văzut nici o incompatibilitate în faptul că a susținut ipoteza nebuloasei pentru explicarea originii sistemului solar și imperativul categoric pentru comportarea omului pe Pămînt; Goethe a cîntat frumusețea ideală și a studiat vertebrele cervicale ale mamiferelor; Hegel a elaborat un sistem filozofic care cuprindea totul de la spiritul absolut pînă la regatul ideal al Prusiei, sistem dedus printr-o metodă dialectică idealistă, avînd ca punct de plecare ideea de existență, care includea și ideea de non existență.

Logica lui Hegel avea, totuși, anumite avantaje. Era mai suplă și atesta o imaginație mai bogată decât aceea a gânditorilor din secolul al XVIII-lea ; de asemenea conținea un factor care le lipsea aproape tuturor acestora : înțelegerea evoluției istorice. Logica lui a făurit instrumentele necesare studierii unor situații cărora Hegel personal nu le-a acordat atenție. După moartea lui Hegel (1831), adepții săi s-au împărțit în două tabere : hegelienii de dreapta, care puneau accentul pe latura idealistă și conformistă a filozofiei sale, și hegelienii de stînga, care au dezvoltat într-un sens revoluționar ideile sale asupra transformării dialectice. Un hegelian influent care a trecut de la idealism la materialism a fost Ludwig Feuerbach (1804—1872). El a atacat piatra unghiulară a reacțiunii legitimiste : religia ca instituție. Feuerbach, spre deosebire de scepticii din secolul al XVIII-lea, nu s-a mărginit să definească religia ca o înșelătorie conștientă, ci a explicat că ea este o creație a omului care trăiește în societate. Pentru el, sfînta familie din ceruri nu era decât o imagine a familiei omenești de pe pămînt.

Tînărul Marx considera că ideile hegelienilor sînt stimulatoare, dar nesatisfăcătoare. El și-a dat seama că Feuerbach nu făcuse decât un început expunînd natura launtrică a societății și a religiei. „Filozofii nu au făcut decât să *interpreteze* lumea în diferite moduri ; important este însă de a o *schimba*“.^{5.57.473} Iar în momentul acela se deschideau noi posibilități în acest sens.

Încă de la începutul celui de-al 5-lea deceniu al secolului al XIX-lea, revoluția plutea în aer ; în toată Europa sistemul de oprimare al Sfîntei Alianțe întîmpina proteste și împotriviri. Începîndu-și activitatea ca gazetar liberal, Marx a considerat că trebuie să țină seama de realitățile sociale și economice și să-și construiască concepția filozofică pornind de la lumea reală și nu de la cea a ideilor. Îi era limpede de partea cui trebuie să se situeze. A scris articole împotriva latifundiarilor, luînd apărarea țăranilor asupriți.^{6.165} În cele din urmă a intrat în conflict cu autoritățile pentru că a criticat cenzura prusacă și a fost silit să părăsească pămîntul Germaniei, unde n-a mai revenit decât pentru scurt timp spre a participa la revoluția neizbutită din 1848. În timpul exilului său la Paris, între anii 1843 și 1845, a luat contact cu gîndirea revoluționară și socialistă din Franța. Mai importantă a fost întîlnirea sa cu tînărul său compatriot Friedrich Engels, care locuise și lucrase pînă atunci la Manchester, unde a putut vedea realizările și ororile revoluției industriale, precum și avîntul mișcării oweniste și cartiste.^{6.126 ; 6.131}

Marx se afla la Paris, centrul în care se încrucișau toate aceste influențe. Cu mintea lui limpede și cu pasiunea lui pentru dreptatea socială, el a știut să le contopească într-o teorie despre societate, încheată și fundamental nouă. El a aplicat logica hegeliană, pătrunsă de ideea transformării ca produs al contradicțiilor lăuntrice, la explicarea luptei de clasă din vremea sa. Astfel el a reușit să explice dinamica internă a tuturor mișcărilor sociale. Arătând că forța motrice a transformării sociale nu este nici providența, cum afirma religia, nici eforturile oamenilor înțelepți în căutarea unei orînduiri ideale, cum susțineau liberalii, el a introdus factorul care lipsea în toate analizele cu caracter socialist de pînă atunci. Marx a văzut această forță motrice în lupta pe care clasele asuprite, dar în ascensiune o duc pentru a-și asigura o viață mai suportabilă, mai bună. Marx a arătat apoi că noile clase s-au ridicat una după alta datorită transformărilor tehnice și economice în modul de producție, precum și transformărilor pe care acestea le-au determinat în relațiile juridice, sociale și economice dintre oameni. În același timp el a înțeles destul de bine că sentimentul de indignare și justiția cauzei nu sînt suficiente pentru a asigura succesul în lupta de clasă. Acestea trebuie să se sprijine pe „conștiința de clasă”^{5.57.204} și pe o teorie care să nu fi fost dedusă apriori, ci să se întemeieze pe faptele reale din istoria societății. Pînă la Marx, ideologia socialistă era alcătuită doar din îndemnuri și descrieri. Marx a făcut din ea o știință.

Filozofia și acțiunea politică.
„Manifestul Partidului Comunist”

Știința socială are nevoie, în aceeași măsură ca științele naturii, de acțiune pentru a fi verificată și confruntată cu realitatea. Marx a înțeles că principalul cîmp de acțiune în vremea sa era politica revoluționară. El nu s-a mulțumit să elaboreze teoria transformărilor sociale; el și-a dat seama că înfăptuirea transformărilor sociale este rezultatul voinței a mii de oameni, care acționează cu atît mai eficient cu cît înțeleg mai bine știința transformărilor sociale și cu cît se organizează mai strîns pentru a-și atinge țelurile. El și-a consacrat întreaga viață înțelegerii, explicării și organizării transformării societății capitaliste în societate comunistă. Primul pas a fost făcut prin publicarea „Manifestului Partidului Comunist” în 1848. A fost prima chemare la acțiune a noii mișcări a socialismului științific. „Manifestul Partidului

Comunist" rămîne și astăzi cea mai concisă și mai clară expunere a analizei societății și transformărilor sociale, făcută de Marx.

Ceea ce Marx și Engels au susținut pentru prima oară în „Manifestul Partidului Comunist” este faptul că forța motrice a transformării societății capitaliste în societate comunistă o constituie clasa muncitoare, proletariatul lipsit de proprietate, el însuși un rezultat al dezvoltării modului de producție capitalist, care are ca scop profitul. Istoricii și filozofii de seamă din acea epocă erau de mult obișnuiți cu ideea că societatea este împărțită în clase, stare de fapt pe care experiența revoluției franceze a impus-o atenției lor. Dar nicidecum nu le-a trecut prin gând și nici nu putea să le treacă prin gând, în condițiile educației pe care o primiseră, că clasa muncitoare și în genere clasele de jos ar putea să aibă vreo altă funcție în societate decît aceea de a asigura bunăstarea claselor dominante. Pentru majoritatea gânditorilor, ele reprezentau o gloată care trebuia ținută în frâu.^{5.85} Cei mai buni la inimă socoteau că unii reprezentanți ai acestor clase, și anume săracii merituosi, ar trebui să beneficieze de filantropia lor, în timp ce liberalii erau de părere că oamenii săraci ar avea interese comune cu clasele dominante în menținerea orînduirii sociale existente.

Scindarea științei sociale : știința socială burgheză și știința socială marxistă

Prezentarea istoriei societății din Europa occidentală prin prisma luptei de clasă era atît de străină de gîndirea academică și prezenta atît de puțină atracție pentru forțele care controlau universitățile, încît nu este de mirare că au trebuit să treacă mai mult de o sută de ani pentru ca ea să pătrundă în științele sociale oficiale. Pînă și astăzi, în țările „libere” și „democrate”, predarea marxismului, acolo unde în general se predă, este încredințată numai antimarxiștilor, deși trebuie să recunoaștem că în prezent o mare parte din eforturile economiștilor și sociologilor oficiali sînt consacrate încercărilor de a descoperi erorile marxismului.

De la apariția „Manifestului Partidului Comunist”, în gîndirea socială s-au manifestat, de fapt, două orientări distincte și contrare. Deși nu există o știință socială burgheză precis formulată, toate variantele de teorii sociale, de la individualismul brutal propovăduit în Statele Unite pînă la idealismul social-democraților, au o bază comună, și anume o concepție despre societate care, în ciuda divergențelor de detaliu, le face acceptabile pentru cei ce dețin puterea în țările capitaliste. Și cum să nu le accepte cînd toate aceste

variante sînt unanime în a considera capitalismul drept cea mai potrivită formă de organizare a societății și în a-i prezice o existență veșnică sau foarte îndelungată. Toate sînt de acord că, în pofida lipsurilor sale, capitalismul ar fi superior celui tip de socialism care este construit în Rusia, iar acum în regiuni din ce în ce mai întinse din Europa și din Asia. Acceptarea capitalismului, fie în forma lui actuală, fie ușor modificat în direcția unui stat al prosperității, caracterizează pe adepții teoriilor în general idealiste și lipsite de fundament istoric despre societate. Aceste teorii sînt departe de a fi științifice și, în orice caz, au o prea neînsemnată influență asupra conducerii treburilor lumii capitaliste.

Forțele de producție și relațiile de producție

Știința socială marxistă este, în opoziție cu cea burgheză, în primul rînd și mai presus de toate materialistă și istorică, dovedindu-și valoarea în experiența socială aplicată pe scară largă. Ea consideră fiecare tip de organizare socială, inclusiv capitalismul, ca o simplă treaptă istorică într-o succesiune de faze economice ale utilizării resurselor materiale naturale pentru satisfacerea nevoilor materiale ale omului. În fiecare perioadă, forma societății este limitată în primul rînd de nivelul tehnic al producției, de *forțele de producție*, concretizate în mijloacele de producție materiale existente. O fabrică cu producție în serie, de pildă, necesită o organizare socială mult mai evoluată decît vînătoarea cangurilor. Folosirea deplină a mijloacelor de producție cere existența unor *relații de producție* — între cumpărător și vînzător, patron și muncitor — corespunzătoare mijloacelor de producție.

În practică, *relațiile de producție*, au manifestat totdeauna o rămînire în urmă în timp față de *forțele de producție*, ele corespunzînd în majoritatea cazurilor mijloacelor de producție dintr-o fază anterioară. Acest decalaj reflectă *contradicția* dintre *clasele* societății respective, care constituie principala forță motrice a transformărilor sociale. Victoria clasei care poate întrona relații de producție aflate în mai mare concordanță cu forțele de producție existente ridică societatea pe o treaptă superioară și duce la perfecționarea și mai rapidă a mijloacelor de producție. Acest proces de perfecționare, simțitor accelerat de știință în ultimele două secole, a fost un factor care a generat instabilitatea socială, dar în sine nu poate reprezenta cauza transformărilor sociale, deoarece asemenea transformări au întotdeauna ca forță motrice omul.

După concepția marxistă, *forțele de producție și relațiile de producție* nu cuprind întreaga realitate socială. Fie-

care clasă nouă, în însăși lupta ei de afirmare, intră în conflict cu ideile, cu modul de viață, cu obiceiurile și legile vechii clase conducătoare — toate aparținând *suprastructurii ideologice* — cu ajutorul căreia această clasă își menține dominația. Pentru a-și asigura victoria, noua clasă trebuie să-și faurească o ideologie nouă, diferită de vechea ideologie, care să-i ofere cunoștințele și avântul necesare pentru cucerirea puterii și care devine, după cucerirea puterii, ideologia dominantă în noua etapă a dezvoltării sociale. Astfel, după cum am văzut, ideologia individualistă, care s-a dezvoltat în ultima perioadă a feudalismului, a ajutat burghezia să cucerească puterea, după care a devenit piatra unghiulară a liberalismului, în numele căruia apăra statutul privilegiat al proprietății private.

„Capitalul”

Privită în lumina marxismului, dezvoltarea societății este un *proces* de transformări revoluționare; în consecință, nici o fază a ei, și mai puțin decât oricare alta *capitalismul*, nu constituie o *stare definitivă* a societății. Învățătura generală a lui Marx despre societate a fost schițată în linii mari în „Manifestul Partidului Comunist” și în „Salariu, preț, profit,” pentru ca ulterior să fie fundamentată amănunțit în lucrarea clasică a lui Marx, „Capitalul”. Primul volum a apărut în 1867, iar ultimele două, într-o formă incompletă, în anii 1885 și 1894,^{5.58} după moartea sa. În această lucrare, Marx nu numai că a studiat economia politică din punct de vedere istoric, dovedind caracterul condiționat și temporar al legilor ei, ci a și interpretat istoria pe baza factorului economic. El a arătat că transformările istorice importante de la imperiile clasice sclavagiste la feudalism și de la acesta la capitalism au fost determinate, în esență, de cauze economice, fiind condiționate de transformările modului de producție. Marx a explicat astfel pentru prima oară raportul logic dintre cauză și efect în istorie, ceea ce lipsea din toate scrierile academice. „Capitalul” avea o bază solidă în analiza științifică a trecutului și de aceea a putut dezvălui mecanismul economiei capitaliste moderne, pornind de la înțelegerea deplină a instabilității ei.

Teoria plusvalorii

Marx a preluat teoria valorii bazate pe muncă, elaborată de Adam Smith și Ricardo, deducând din ea noțiunea de importanță primordială a *plusvalorii*. „Economistii vulgari” (p. 745) considerau că salariile plătite muncitorilor erau

o compensație echivalentă a valorii muncii prestate de aceștia, atribuind profitul patronului previziunii lui înțelepte sau spiritului lui de economie. Marx, dimpotrivă, definește „valoarea de schimb” a mărfii ca „timpul de muncă socialmente necesar” pentru producerea ei, spre deosebire de adepții teoriei utilității marginale, care o deduceau din aprecierile subiective ale pieței (p. 745). Conform definiției date de Marx, valoarea de schimb conține valoarea materiei prime și o parte din valoarea utilajului folosit la producția mărfii (munca materializată în ele) („Capitalul”, vol. I, cap. 7).

Ceea ce i se plătește muncitorului liber în regimul capitalist nu este nicidecum „timpul de muncă socialmente necesar” întrebuintat de el. Munca însăși este socotită o marfă ca oricare alta, iar valoarea ei se calculează după valoarea sau timpul de muncă încorporat în ea. Aceasta reprezintă exact atât cât îi trebuie muncitorului și familiei sale ca să trăiască la nivelul obișnuit pentru categoria corespunzătoare de muncitori în perioada respectivă (elementul istoric și moral al lui Marx). În practică, salariile pot fi peste sau sub această valoare, dar ele tind să coincidă cu ea.

Diferența dintre valoarea de schimb adăugată în procesul de producție și valoarea forței de muncă cheltuite pentru producerea mărfii reprezintă *plusvaloarea*, însușită de capitalist, constituind sursa principală a bogăției lui, pe care o poate folosi drept capital în noi operații. Ea îi revine nu ca urmare a vreunui merit deosebit sau a unei contribuții personale. Capitalistul o dobândește prin forța sistemului social capitalist, statornicit în urma luptei politice și economice duse de burghezie și menținut printr-un întreg aparat de constrângere: legile și poliția statului pe care ea îl conduce. Marx a demonstrat astfel că, departe de a fi un sistem al dreptății naturale, cum susțineau economiștii clasici, capitalismul este un sistem de exploatare impus prin forță despotică. Această noțiune fundamentală, *exploatarea*, pe care economiștii de pînă atunci o tănuiseră chiar și față de ei înșiși, a dat forța ei explozivă învățăturii lui Marx. Aceasta nu înseamnă că muncitorii și țăranii nu simțiseră de-a lungul secolelor că sînt exploatați; acum însă aveau posibilitatea să înțeleagă mecanismul prin care se exercită exploatarea. Ei își puteau da seama că nu este vorba de lipsa de îndurare a unui anumit patron sau moșier, ci de o racilă cu rădăcinile în întregul sistem în care există patroni și moșieri. Tot de la Marx și de la continuatorii ideilor sale, muncitorii aveau să învețe cum să-i „exproprieze pe exproprietarii” și să construiască pentru ei înșiși, în con-

formitate cu legile dezvoltării sociale, un sistem economic în care bogăția produsă de întreaga societate să fie și repartizată pe întreaga societate.

Teoria socială și economică a lui Marx, elaborată în esență pînă în 1867, corespundea întocmai liniei de evoluție a studiului societății, care trecuse de la mit prin descrierea sistematizată la știință. Teoria lui Marx a fost și a rămas ramura vie și în continuă dezvoltare a cunoașterii și activității sociale. Ignorînd-o sau respingînd-o, științele sociale burgheze aveau să se mențină, ba chiar să se angajeze și mai mult pe calea corespunzătoare menirii lor, aceea de a face apologia capitalismului care trecuse de apogeu, dar era încă departe de o descompunere vizibilă. Concluziile la care ducea marxismul trezeau atîta aversiune în sînul burgheziei dominante din acea vreme, încît nu este de mirare că, timp de 50 de ani în lumea întreagă și astăzi încă într-o mare parte a ei, marxismul este ignorat sau respins de exponenții oficiali ai științei sociale.

Două sisteme de știință socială

Va fi deci necesar ca în restul acestui capitol să tratăm separat evoluția celor două concepții asupra științei despre societate, incompatibile prin însăși natura lor. Ele sînt reprezentate, pe de o parte, prin lucrările sociologilor burghezi și, pe de altă parte, prin lucrările marxiștilor. De o sută de ani căile lor sînt divergente. Mulți ani sociologii burghezi au ignorat marxismul numai pentru că nu știau de existența lui. Dar, nici din momentul cînd progresul socialismului marxist în Europa nu mai putea fi tăgăduit, lumea „învățaților” n-a încetat să-l ignoreze din principiu sau să refuze a-l lua în considerare, ca fiind în afara sferei științei. Pînă în 1917 marxismul n-a avut un statut oficial: el aparținea unei lumi subterane a propagandei subversive. După cum a spus pe jumătate în glumă Marx în 1856:

„Știm că, pentru a funcționa bine, noile forțe ale societății au nevoie de un singur lucru: de oameni noi, care să știe să le stăpînească — și aceștia sînt muncitorii. Muncitorii sînt, ca și mașinile, o invenție a vremurilor noastre. În fenomenele care pun în încurcătură burghezia, aristocrația și pe jalnicii profeți ai regresului recunoaștem pe bravul nostru prieten Robin Goodfellow¹, bătrîna cîrțiță care știe să sape atît de repede, vrednicul pionier — revoluția”. 5:57a. 428²

¹ Personaj mitic care, potrivit credinței populare engleze, ocrotește și ajută pe oameni; unul dintre personajele principale ale comediei lui Shakespeare „Visul unei nopți de vară”.

² K. Marx. „Cuvîntare rostită la aniversarea gazetei „The People's paper”, în K. Marx și F. Engels, Opere, vol. 12, Editura politică, 1962, p. 4.

În Anglia, unde au trăit și au lucrat Marx și Engels, ideile lor au avut o influență cu totul neînsemnată asupra intelectualității burgheze pline de sine; dar chiar și acolo, așa cum se va vedea în cele ce urmează, datorită lui William Morris și grupului de marxiști din Federația social-democrată, influența marxismului a fost destul de serioasă pentru a se simți nevoia de a-l combate. În Europa, mai ales în Germania și Franța, influența ideilor marxiste a fost mult mai mare. Răspîndirea lor a trebuit să fie luată la cunoștință vrînd-nevrînd de cercuri largi, influențînd pe cei mai mulți dintre sociologi într-o direcție sau alta. Chiar și atunci cînd sociologii academici refuzau să recunoască marxismul, ei nu puteau evita să împrumute, ba chiar să-și însușească multe dintre interpretările marxiste, deși respingeau metoda marxistă și concluziile practice decurgînd din ea. În special s-a răspîndit și a cîștigat prestigiu aplicarea metodei istorice și a interpretării economice a istoriei, în forme mai mult sau mai puțin denaturate.

Astăzi, privind prin perspectiva istoriei, putem vedea ceva din măreția contribuției lui Marx și Engels la crearea noii științe a societății. Această realizare în domeniul ideilor poate fi comparată cu aceea a lui Galilei în domeniul științelor fizice și a lui Darwin în biologie. Dar tocmai pentru că este o realizare care atinge mult mai îndeaproape toate aspectele vieții omenești și pentru că a lezat simultan toate interesele adepților vechii orînduirii sociale și a trezit speranțele tuturor victimelor ei, marxismul depășește de fapt importanța celor mai mari descoperiri din oricare domeniu al științelor naturii. Tocmai pentru că avea o însemnătate mult mai mare, el a trebuit să ducă o luptă mult mai grea pentru a fi recunoscut. Cunoașterea marxismului este esențială pentru înțelegerea locului pe care știința îl ocupă în istorie. Fără marxism, științele naturii ar fi rămas o acumulare tot mai mare de date interesante despre univers și de rețete folositoare pentru dirijarea lui, iar istoria omenirii ar fi rămas și astăzi o simplă narațiune a schimbărilor politice, lipsită de un fir călăuzitor în explicarea faptelor.

12. 8. Științele sociale academice la sfîrșitul secolului al XIX-lea și la începutul secolului al XX-lea

La sfîrșitul secolului al XIX-lea și la începutul secolului al XX-lea, gîndirea academică a urmat, în esență, linia devenită clasică a liberalismului, deși spre sfîrșitul acestei perioade a apărut un puternic contracurent de gîndire mistică și irațională. Științele biologice, în special teoria evoluției,

de curînd elaborată; exercită o mult mai largă influență, deși psihologia a fost influențată și de fiziologie, iar arheologia de paleontologie. Prin asocierea științelor sociale cu cele biologice, cele dintîi și-au însușit parțial metodele de observație și logica *inductivă*, înlăturîndu-se astfel, în oarecare măsură, înclinarea de a folosi argumentarea *deductivă* pe baza principiilor inițiale moștenite de la Aristotel și biserică. Dar tot această asociere a dus la concepția că sociologia nu este altceva decît biologie umană, concepție care avea să dea rezultate atît de catastrofale în vremea noastră.

Caracteristica generală a tuturor științelor sociale de la sfîrșitul secolului al XIX-lea, în contrast cu cele din secolul al XVIII-lea, a fost tendința de evadare. Prin aceasta, ele reflectau pe plan științific ipocrizia specifică înaltei societăți. Așa după cum în viața de toate zilele existau aspecte binecunoscute, dar despre care nu se vorbea niciodată, tot astfel în științele sociale referirile la existența claselor sau a exploatării erau considerate inoportune. Trebuiau născocite explicații ale fenomenelor sociale care să nu amintească sub nici o formă aceste realități neplăcute și, dacă lucrul se dovedea a fi cu neputință, era preferabil să se renunțe cu totul la orice explicație.

Extinderea domeniului istoriei: descoperirea civilizațiilor primitive

Cea mai cuprinzătoare dintre științele sociale, istoria, n-a suferit schimbări teoretice importante în perioada pe care o analizăm. Totuși, în acest interval de timp și datorită mai ales disciplinei sale auxiliare, arheologia, istoria și-a extins activitatea, ca sferă de preocupări și detalii, deschizînd orizonturi cu totul noi. Pas cu pas a fost dezvăluită istoria trecutului „preistoric”. Vechea interpretare textuală a cronologiei biblice s-a dovedit tot atît de necorespunzătoare pentru istoria omului, chiar și a omului civilizat, ca și pentru istoria regnului mineral, vegetal și animal, devenită obiect de studiu al geologilor. Au fost descoperite epocile paleolitică și neolitică, stabilindu-se succesiunea istorică a civilizației lor. Istoria scrisă a civilizațiilor străvechi ale Egiptului și Mesopotamiei a început să fie descifrată după documentele din epoca respectivă. S-au obținut informații mai ample și despre istoria altor civilizații, din India, Extremul Orient și cele două Americi. Totodată, sute de mii de date obținute din documente sau săpături veneau să completeze istoria antică, medievală și modernă a Europei.

Noile orizonturi istorice puteau oferi acum, pentru prima oară, o înțelegere a complexului de evenimente prin înlănțuirea cărora prezentul s-a născut din trecut. Interpretarea generală a acestui nou tablou al istoriei n-a fost însă întreprinsă decât de istorici excentrici, ca Buckle și Winwood Reade. Istoricii de profesie căutau să se specializeze pe anumite teritorii sau perioade, lăudându-se că scriu istorie „științifică” și limitându-se la un minimum de interpretare. Totuși, scrierile istorice nu au fost totdeauna atât de limitate. ^{1.5:6.177}

Istorie cu caracter propagandistic și istorie științifică

Inițial, istoria a fost scrisă în scopuri fățiș propagandistice. La început, ea avea drept țel să preamărească isprăvile eroilor, regilor, cetăților și bisericilor. Mai târziu, în tot timpul controverselor Renașterii și până la începutul secolului al XIX-lea, ea s-a găsit în slujba politicii uneia sau alteia dintre tabere. Obiectivitatea limitată pe care a reușit s-o realizeze istoria politică și religioasă a fost, de fapt, urmarea unor adevărate lupte politice, ca aceea dintre Reformă și Contrareformă sau dintre partidele whig și tory în Anglia. Punctele slabe ale argumentării fiecărei părți erau demascate de partea adversă. Chiar și cea mai mare dintre lucrările istorice ale secolului al XVIII-lea, „Declinul și căderea Imperiului roman” de Gibbon, a fost în esență un pamflet de actualitate pentru timpul său, un atac împotriva bisericii ca exponent al corupției și decadentei.

Această tendință s-a manifestat în continuare și în epoca victoriană, după cum o atestă lucrările istorice ale lui Macaulay, care justifică politica whigilor, sau istoria lui Froude, care idealizează imperialismul din epoca elisabetană. Cu toate acestea, datorită în mare măsură influenței germane, a luat amploare tendința de expunere obiectivă a evenimentelor istorice. De fapt, istoricul era considerat a avea un spirit cu atât mai „științific” cu cât încerca mai puțin să explice cauzele evenimentelor. Cel mai bun mijloc de a-și asigura reputația de obiectivitate consta în a se limita la epoca studiată și a evita generalizările. ^{6.177} Dar aceasta era o metodă foarte unilaterală și înșelătoare. Mulțumindu-se cu simpla colectare a faptelor și refuzând să elaboreze o teorie a istoriei, istoricii epocii respective justificau în mod tacit existența regimului în care trăiau. Opera lor era o cronică lipsită de semnificație, corespunzătoare unui sistem economic individualist și anarhic. Scepticismul fundamental al istoricului oficial a fost exprimat de

H. A. L. Fisher în prefața la lucrarea sa „Istoria Europei”, 6.138

„Oameni mai înțelepți și mai învățați decât mine au reușit să descopere în istorie un sens, un ritm, o schemă prestabilită. Mie aceste armonii lui rămân ascunse. Tot ce pot vedea sînt doar evenimente neașteptate succedîndu-se unul după altul, așa cum un val vine după altul. Un singur fapt este însemnat, dar tocmai pentru că este unic nu poate da loc la generalizări, o singură regulă este sigură pentru istorie: aceea de a vedea întotdeauna în desfășurarea destinului omenesc jocul hazardului și al neprevăzutului. Aceasta nu este o doctrină a cinismului și deznădejdei. Existența progresului apare limpede în paginile istoriei, dar progresul nu este o lege a naturii. Terenul cîștigat de o generație poate fi pierdut de cea următoare. Gîndurile oamenilor pot lua și o cale ce duce la dezastru și la barbarie”.

Îndărățul unei astfel de atitudini se ascundea teama că orice încercare serioasă și rațională de interpretare a istoriei ar duce inevitabil la critica sistemului economic existent sau, și mai rău, la marxism. Tot ce i se putea cere istoriei era să arate „progresul”, dar, pe măsură ce secolul se apropia de sfîrșit, chiar și acest lucru devenea tot mai îndoielnic.

O concepție aparent contrară era aceea care opunea istoriei concepute ca știință istoria considerată ca artă, prilejuind scrierea de eseuri literare și povestiri amuzante. Aceasta dădea cîmp tot mai larg reconstituirilor romantice ale trecutului, pe măsură ce istoria oficială devenea mai obiectivistă și mai aridă. Ca urmare, absența istoricilor serioși în domeniul interpretării evenimentelor istorice a lăsat un gol pe care propagandiștii naționalismului și imperialismului, fanaticii ignoranți și reacționari înverșunați s-au grăbit să-l umple cu teoriile lor rasiste și cu profeții privind realizarea lor.

Crearea antropologiei: Morgan și Tylor

Ceea ce n-a reușit istoria — să-i facă pe oameni să înțeleagă societatea în care trăiesc prin studiul trecutului ei — s-ar fi putut realiza prin studiul mai direct al varietății de structuri sociale ale unor popoare aflate pe trepte de civilizație foarte diferite și care trăiau în vremea aceea. Noua știință a antropologiei a avut, într-adevăr, un început promițător la mijlocul secolului al XIX-lea, cînd studiile întreprinse de L. H. Morgan (1818—1881) și E. B. Tylor (1832—1917) asupra civilizației pieilor-roșii și a altor popoare au dezvăluit structura socială comună a triburilor din numeroase părți ale lumii, cu sistemul lor complex de relații de rudenie, adeseori urmînd linia maternă, cu lipsa proprietății private, a închisorilor și poliției. ^{6.100b; 6.177b} Ei au presupus că astfel arăta și civilizația noastră în fazele ei primitive și că această formă de organizare corespundea la

Început și organizării sociale a Greciei sau Romei. Sarcina de a dezvolta această idee i-a revenit însă lui Engels și altor marxști. ^{6.137} Pentru antropologii academici, ca și pentru misionari și comercianți, care erau principalii lor furnizori de informații, dezvoltarea unor asemenea idei era prea primejdioasă, deoarece lovea în temeliile statului, moralei și proprietății private. În locul unei asemenea metode istorice cu o tendință revoluționară era mult mai comodă adoptarea metodelor comparative ale lui Frazer (1854—1941) sau Westermarck (1862—1939), colecționarea de obiecte de artă și de materiale folcloristice, ca și efectuarea de cercetări asupra originii raselor prin măsurători craniene.

Prin îmbunătățirea mijloacelor de comunicație și prin recrudescența exploatării colonialiste care au caracterizat sfârșitul secolului trecut, s-au înmulțit contactele cu popoarele primitive. Cu toate că în cele mai multe cazuri aceasta a dus la exploatarea sau la exterminarea popoarelor respective, aceste contacte au oferit totodată mult mai multe posibilități de a cunoaște obiceiurile și credințele lor. Primele studii antropologice serioase au fost făcute de Mikluho-Maklai (1846—1888) în Noua Guinee în 1871 și de expediția zoologică din strâmtoarea Torres și din Noua Guinee în 1898—1899, la care au participat A. C. Haddon (1855—1940) și W. H. R. Rivers (1864—1922). Dar și de data aceasta, observațiile directe, care confirmau structura organizației gentilice schițată de Morgan și Tylor, s-au limitat la interpretări de ordin psihologic, trecînd cu vederea aspectele lor economice.

Sociologia

Stăruința de a acumula simple fapte disperate și de a aplica exclusiv metoda comparativă, împreună cu refuzul de a lua în considerare interpretările istorice și economice și-au pus pecetea asupra sociologiei chiar de la nașterea ei, la mijlocul secolului al XIX-lea. Această știință a avut dublul ghinion de a avea ca fondatori pe Auguste Comte și Herbert Spencer. Amîndoi au avut cel mai ciudat și mai nesociabil caracter care se poate imagina. Comte (1798—1857), discipol al lui Saint-Simon, a fost un sihastru care încă din tinerețe își formase convingerea fermă că deține cheia orînduirii ideale a societății, și anume aplicarea a ceea ce numea el metoda *pozitivă* a științei, menită să înlocuiască metodele anterioare ale religiei și filozofiei. El și-a expus metoda într-o serie de lucrări voluminoase. ^{6.131a} În măsura în care rupea cu explicația tradițională sau religioasă, ea reprezenta un progres pentru vremea aceea, dar Comte era un om mărginit,

dogmatic și, în esență, reacționar. ^{6.140b} Într-adevăr, în afară de aplicarea eronată a concepțiilor împrumutate din științele naturii, el nu avea să aducă o prea mare contribuție la știința socială. Comte considera că poporul trebuie să fie condus de oameni de vază și nutrea o aversiune tipic mic-burgheză față de mișcările populare. Cu toate că și-a câștigat discipoli, printre care unii atât de inteligenți ca Harriet Martineau, George Eliot și John Stuart Mill, ba chiar a întemeiat și o religie — Biserica umanității —, el n-a lăsat o operă de valoare reală. Termenul *pozitivism* a fost reluat de Mach spre sfârșitul secolului al XIX-lea cu un sens și mai abstract.

Herbert Spencer (1820—1903) și-a început activitatea ca funcționar al noilor căi ferate și a fost un admirator fervent al capitalismului călăuzit de deviza „laissez-faire”. Dispunând de ceva avere, s-a consacrat sarcinii pe care singur și-a asumat-o de a schița evoluția societății omenеști. El a formulat cu câțiva ani înaintea lui Darwin ideea evoluției universale. ^{6.171a} Spre deosebire de doctrina lui Darwin, concepția sa se baza pe ipotetica lege a sporirii continue și inevitabile a complexității și diferențierii în lume, iar nu pe înțelegerea mecanismului material care determină acest proces. Spencer a reconsiderat „Sociologia” lui Comte pe baze biologice. Opera sa, care s-a bucurat la vremea aceea de un mare prestigiu în Anglia și mai ales în Statele Unite, a contribuit în mare măsură la promovarea concepției eronate că sociologia ar fi o ramură a biologiei.

Influența darvinismului. Evoluția și biologismul

Spre sfârșitul secolului al XIX-lea, în toate domeniile cercetărilor sociale s-a manifestat tendința de a găsi în biologia evoluționistă, care se bucura de uriașul prestigiu al lui Darwin, justificarea eschivării sistematice de la descrierea legăturilor istorice și de la tragerea concluziilor aplicabile la societatea contemporană. Deși la început această tendință a avut un efect eliberator, deoarece năruia ideea unei organizări sociale statornicite pe veci, ea a introdus la rîndul ei alte erori, care aveau să dea un caracter confuz și steril tuturor cercetărilor sociale. Așa cum la începutul secolului al XVII-lea fizica lui Newton, cu legea ei matematică, a dominat gîndirea socială, tot astfel la sfârșitul secolului al XIX-lea se făcea apel mereu la legea biologică a evoluției pentru a explica orice transformare.

Nu era pentru prima oară că se invoca biologia în sprijinul teoriei sociale. În secolele XVII—XVIII orînduirea naturii era preamărită ca un exemplu al creației divine și recomandată oamenilor drept călăuză în viața lor so-

cială. 4.12 ; 5.9 Dar în vremea aceea se credea că lumea viitoarelor este la fel orînduită și la fel de statică ca și aceea cerească. La începuturile dezvoltării ei, biologia a fost folosită în sprijinul concepției despre o orînduire a naturii creată de dumnezeu o dată pentru totdeauna. Celebru argument al ceasornicului invocat de Paley (1743—1805) a fost aproape ultima formă a acestei biologii justificatoare.

În cazul concepției evoluționiste, situația se schimba complet. Evoluția nu era ceva static, ci un proces continuu care transforma lumea, și anume pe o cale pe care oamenii secolului al XIX-lea o puteau înțelege foarte bine. Această cale se numea *concurență* și ducea la *progres*. Ceea ce nu au înțeles sau, cel puțin, nu au recunoscut gânditorii din secolul al XIX-lea, cu excepția unor anarhiști ca Kropotkin (1842—1921) sau excentrici ca Samuel Butler (1835—1902), a fost faptul că oamenii nu vedeau în teoria evoluției decât practica socială a capitalismului în raporturile sale cu ființele omenesti, reflectată sub forma unei teorii științifice asupra animalelor și plantelor în natură (p. 471).

Galton și eugenia

În condițiile în care omul era tratat pur și simplu ca un animal care evoluează, dezvoltarea societății omenesti a fost înțeleasă în mod cu totul greșit ca o evoluție morală tot atât de spontană și de necontrolată cum se presupunea că a fost evoluția speciilor. ^{6.133b} Francis Galton, văr al lui Darwin, și-a propus, călăuzit de cele mai bune intenții, să studieze ereditatea la personalități de o capacitate excepțională din Marea Britanie. ^{5.33} El a constatat că multe dintre ele erau înrudite și că toate făceau parte dintr-un număr de familii relativ restrîns. Fiind preocupat exclusiv de biologie, el a trecut cu vederea faptul istoric că în Anglia clasa conducătoare din vremea lui constituia o foarte mică minoritate, căsătoriile avînd loc în mare măsură înăuntrul ei, precum și faptul social că perspectivele de reușită, chiar și cele pe tărîm intelectual, erau și sînt încă incomparabil mai mari pentru copiii din familiile instruite și cu o bună situație materială (p. 675).

Din punct de vedere tehnic, opera lui Galton a reprezentat o primă aplicare, rudimentară, a statisticii la studiul eredității și a dus la întemeierea științei sociologice-biologice a *eugeniei*. Eugenia s-a străduit mereu de atunci încoace să dovedească, pe baze genetice, superioritatea persoanelor aparținînd claselor dominante și să sublinieze necesitatea de a le apăra împotriva înmulțirii nechibzuite a claselor sărace, inferioare. Această interpretare biologică a dezvoltării ome-

nirii, cu accentul pe care îl pune pe rasă și pe înmulțirea populației, a influențat în măsură mai mare sau mai mică pe cei mai mulți gânditori progresiști din domeniul științelor sociale și istorice. Ea a fost popularizată de istorici ca Green și romancierii ca Wells, care niciodată nu și-au dat seama că, reducându-l pe om la un nivel inferior de evoluție, transformau istoria și științele sociale într-un nonsens.

Teoria rasială

În practică aveau să se culeagă roade și mai nefaste. Această dublă transpunere a categoriilor sociale în biologie și a celor biologice în sociologie avea să ducă la consecințe înspăimântătoare o dată cu aplicarea ei în practică în secolul al XX-lea. Ea a subminat, mai mult decât orice altă teorie, temelia vechii credințe, nu destul de bine consolidate în religia tradițională, că omul aparține societății și că adevărata lui individualitate nu-și poate găsi expresia corespunzătoare decât prin societate. Sub influența falsei concepții biologice care considera omenirea mai mult ca pe o rasă decât ca pe o comunitate, au dispărut pînă și opreliștile destul de limitate cuprinse în morala religioasă. Viața a devenit o luptă a tuturor contra tuturor, doctrina rasială putînd fi folosită la justificarea exploatarei de clasă sau coloniale de orice grad: ea putea fi folosită chiar și pentru a dovedi că oamenii albi și negri aparțin unor specii diferite. ^{6.192a} Întreaga ei grozăvie a fost însă rezervată timpurilor noastre, cînd, sub pretextul superiorității rasiale îmbrățișate cu fanatism de mii de adepți ai nazismului, s-au săvîrșit cu o cruzime și o degradare de neînchipuit cele mai uriașe și mai demente masacre din istorie. ^{6.169a} Naziștii au ucis cu sînge rece un număr mai mare de oameni decât acela al victimelor intoleranței civile și religioase din tot cursul istoriei omenirii, și toate acestea în numele unei teorii biologice.

Și, totuși, cele arătate nu reprezintă decât o parte din urmările acestei concepții; în afară de preamărirea rasei, această pervertire a darvinismului preamărea și războiul, susținînd că numai în război se verifică rasa și tocmai în război supraviețuiesc cei mai apti. ^{6.148} Este adevărat că asemenea idei au fost adoptate mai ales de oameni ignoranți și fanatici. Deși ele s-au bucurat într-o anumită măsură de sprijinul unor filozofi ca Nietzsche (1844—1900), Bergson (1859—1941) și Sorel (1847—1922), foarte puțini oameni de știință au contribuit la elaborarea lor. Totuși, oamenii de știință din secolele XIX—XX nu pot fi absolviți de vină. Teama lor de a fi antrenati în problemele politice a avut

drept rezultat că ei au lăsat pe seama altora aplicarea la viața socială a teoriilor lor și n-au protestat energic împotriva denaturării concluziilor trase din cercetările lor.

Economia politică. Teoria utilității marginale

Dezvoltarea economiei politice în ultimii ani ai secolului al XIX-lea se deosebește esențial de aceea a istoriei, deoarece în economia politică tendința era de a se ajunge la o teorie deductivă pornindu-se de la premise abstracte și nu de a se limita la o acumulare de fapte. „Economiiști vulgari“ de la mijlocul secolului s-au mulțumit să justifice „în mod științific“, referindu-se la legile de fier ale economiei politice, exploatarea necruțătoare din vremea lor. Totuși, încă în 1852, John Stuart Mill, în lucrarea sa „Principiile economiei politice“, a început să-și exprime îndoiala că ar exista vreo lege care să poată justifica un asemenea grad de mizerie, manifestînd astfel o orientare alarmantă spre socialism.^{6.126} Într-adevăr, pe la mijlocul secolului trecut, pe nesimțite, scopul fundamental al scrierilor economice se schimbase radical. Sarcina economistului din această nouă perioadă nu mai era să apere capitalismul împotriva demodațiilor protecționiști și a intereselor latifundiștilor, ci împotriva criticii pornite de jos, de la mișcarea socialistă, și în special de la Marx, iar acest lucru cerea o justificare mai subtilă și mai științifică.

Această încercare de justificare s-a făcut pe baza teoriei *utilității marginale* (p. 745), folosită pentru prima oară de Jevons (1835—1882), Menger (1840—1921) și Walras (1834—1910) și formulată într-un sistem complet de Marshall (1842—1924). Această teorie era științifică numai în sensul că aplica la problema schimburilor economice teoria matematică a limitelor într-o formă întrucîtva modificată, acceptînd în același timp caracterul firesc, necesar și etern al sistemului de producție capitalist. Potrivit acestei teorii, toate valorile sînt determinate de valoarea la care unitatea finală, sau marginală, poate fi schimbată cu profit. Aceste unități marginale — pămîntul cel mai prost care încă mai merită să fie lucrat, articolul în plus care încă mai rentează să fie produs, omul care încă mai prezintă interes pentru a fi angajat sau concediat, cumpărătura sau distracția de care omul se mai poate lipsi — sînt luate ca puncte marginale la care începe sau încheiează producția sau consumul anumitor mărfuri. Prețul de cost mediu este înlocuit prin prețul de cost marginal, considerîndu-se că diferența dintre ele reprezintă factorul care explică și justifică renta, profitul și dobînda.

Teoria utilității marginale nu recunoaște *valorii* nici o altă semnificație decât aceea determinată de legea cererii și ofertei pe o piață liberă ideală. Valoarea depinde exclusiv de un calcul matematic pur subiectiv, independent de orice considerații materiale vulgare. În consecință, deoarece munca nu intră în determinarea valorii, nu poate fi vorba de plus-valoare sau de exploatare, astfel încât argumentele lui Ricardo și Marx devin inoperante. Teoria utilității marginale a înlocuit în același timp armonia preexistentă a economiștilor secolului al XVIII-lea cu *echilibrul perfect*, a cărui acțiune este absolut automată și care în același timp reprezintă condiția optimă. Orice imixtiune din partea sindicatelor, a monopolurilor sau a guvernului în schimbul efectuat la adevăratele valori marginale produce inevitabil o înrăutățire a situației pentru toată lumea.

Teoria utilității marginale n-a avut inițial intenția de a justifica orînduirea capitalistă. Ea a fost o încercare de a explica oscilația prețurilor exclusiv în funcție de schimburile de pe piață și de la bursă, fără a lua în considerare în vreun fel însuși procesul de producție care nu prezenta interes pentru economiștii timpului, cu excepția câtorva istorici ai economiei politice. În orice caz, această teorie n-a avut niciodată prea mult contact cu realitățile economice. Oamenii de afaceri nu aplicau calculul utilității marginale în tranzacțiile lor. Prețul efectiv al unei mărfi era supus unor fluctuații întâmplătoare datorite unor cauze exterioare sau speculațiilor, dar teoria nu ținea seama de ele, iar prețurile în general erau supuse unor schimbări mult mai importante, aparent inevitabile, însă neprevăzute, determinate de perioadele de avînt și de criză. Acestea nu puteau fi trecute cu vederea, dar erau considerate ca oscilații care vor dispărea o dată cu realizarea echilibrului ideal.

Cu mult înainte ca teoria utilității marginale să fi fost acceptată, condițiile pe care ea le presupunea nu mai existau. Piața mondială liberă era fățiș îngrădită, pe de o parte de monopoluri și de trusturi, pe de altă parte de măsurile protecționiste ale unor guverne adeseori strîns legate de acestea. De fapt, avîntul luat de industria grea dincolo de hotarele Marii Britanii (p. 401 și urm.) înlăturase condițiile deosebit de favorabile de la mijlocul secolului trecut, pe baza cărora fusese elaborată teoria utilității marginale. Ea a rămas, totuși, teoria economică fundamentală care a devenit doctrina oficială nu numai în Marea Britanie, ci aproape în fiecare țară capitalistă, fiind predată, cu modificări neînsemnate, la toate catedrele de economie politică. Faptul că avea prea puține contingențe cu realitatea scotea în relief frumusețea raționa-

mentului ei științific. Transformând lipsurile ei în adevărate virtuți, Lionel Robbins declara :

„...Atît aprecierile individuale, cît și datele tehnice sînt în afara sferei uniformității economice... Dar nu este oare de dorit ca asemenea limitări să fie depășite? N-ar trebui oare să tindem să ajungem în situația de a introduce valori numerice în gama aprecierilor, de a stabili legi cantitative pentru cerere și ofertă?... Fără îndoială, o astfel de cunoaștere s-ar dovedi utilă. Dar un moment de reflecție ne-ar face să înțelegem că aici intrăm într-un domeniu de cercetare în care nu avem nici un motiv să presupunem că se vor descoperi uniformități...

Dacă aceasta este adevărat pentru încercările de a se obține valori cantitative determinate corespunzînd unor noțiuni atît de elementare ca cererea și oferta, cu atît este mai adevărat atunci cînd se aplică încercărilor de a stabili legi „concrete” privind fenomene mult mai complexe : fluctuațiile de prețuri, repartitia prețului de cost, ciclurile de conjunctură și altele”. 6.1006

Același autor se mîndrește că adevărata știință economică nu conține

„discuții anoste asupra diferitelor forme de proprietate țărănească, asupra organizării fabricilor, psihologiei industriale, învățămîntului tehnic etc.” sau „platitudini inconsistente despre îngrășăminte”.

Totuși, evenimentele din secolul al XX-lea, mai ales marea criză economică din al 4-lea deceniu, au pus pe gînduri chiar și pe economiștii academici. Voi arăta la locul cuvenit (p. 811 și urm.) cum revolta celui mai marcant dintre ei, Maynard Keynes (1883—1946), împotriva deficiențelor și absurdității acestei teorii a marcat o cotitură în domeniul doctrinei economice burgheze, introducînd principiul folosirii depline a brațelor de muncă.

Trăsăturile principale ale școlii utilității marginale, orientarea și subiectivismul ei, sînt caracteristice pentru regresul ideologic general de la sfîrșitul secolului al XIX-lea. Ea însemna reîntoarcerea la greșita interpretare matematică a fenomenelor sociale, proprie sfîrșitului secolului al XVII-lea. Prin introducerea statisticii în domeniul științelor sociale, se părea că „știința noastră trebuie să fie matematică pur și simplu pentru că operează cu cantități”, după cum spune Jevons. Această eliminare a factorilor social și material din economia politică prezenta o atracție pentru intelectuali, deoarece părea a fi științifică și obiectivă în sensul pozitivist și, în esență, subiectivist, care căpăta tot mai multă importanță cît se sfîrșea secolul al XIX-lea (p. 410). În realitate însă, această teorie nu era nici obiectivă și nici neutră din punct de vedere politic. Punînd în întregime accentul pe individul consumator și pe dorințele sale subiective, ea susținea că nu există nici o deosebire între dorința unui milionar de a avea un al doilea automobil Rolls-Royce și dorința soției unui muncitor de a avea o cană cu lapte pentru copiii ei. Eliminînd din economia politică ideea de

exploatare, ea înlătura și orice critică revoluționară. Acceptând ideea că sistemul economic existent este firesc, ea ajungea în cele din urmă la justificarea lui. Această justificare se dovedea, desigur, cât se poate de necesară pentru unii, dar devenea din ce în ce mai dificilă.

Sterilitatea și decadența „sfârșitului de veac”

Simptomele viitoarelor tulburări care au început să apară o dată cu marea depresiune economică din 1870, cu nesiguranța în afaceri, frământările muncitorilor și teama de război aveau să producă asupra științelor sociale un efect mult mai direct decât asupra științelor naturii (p. 490 și urm.). În ciuda acumulării din ce în ce mai mari de bogății, progresul nelimitat nu mai părea atât de sigur și chiar orientarea lui devenise problematică. Până și în Marea Britanie, care se afla în culmea prosperității ei, au început să ia proporții vagi tendințe socialiste care se răspîndeau în rîndurile păturilor mijlocii. Cercurile academice și intelectuale reacționau la acestea printr-o tendință generală de a ignora viciile civilizației și primejdiile care o pasc sau de a le prezenta ca ceva doar aparent, distrăgînd atenția de la sfera problemelor sociale spre aceea a problemelor personale și psihologice. Într-o epocă de decadență recunoscută, științele sociale au luat o orientare religioasă, mistică și vădit irațională. Filozofi ca Nietzsche și Bergson și sociologi ca Pareto (1848—1923) și Sorel (1847—1922) au stăruit asupra zădărnicii oricăror eforturi raționale colective ale omului și asupra necesității fie de a se trece la acțiuni fățiș violente și iraționale, fie de a se retrage în inactivitate absolută și contemplație mistică. De vreme ce lumea socială se află în afara sferei rațiunii, progresul ei trebuie să depindă de inspirația sau intuiția unui geniu sau a unui supraom.

Cu toate acestea, profundul progres intelectual realizat prin dezvoltarea științelor naturii, precum și îmbinarea liberalismului, predominant în vremea aceea, cu o puternică tradiție raționalistă au împiedicat multă vreme adoptarea generală a acestor concepții reacționare. Trebuia găsită o oarecare justificare științifică, astfel ca științele sociale, și mai ales psihologia, să poată căpăta strălucirea unui nou misticism, științific, în locul vechiului misticism, religios. Mulți dintre cei mai de vază și în același timp respectabili oameni de știință și filozofi au contribuit la această nouă mistificare, de la J. H. Poincaré (1854—1912) în Franța și Bertrand Russell în Anglia pînă la practicul William James (1842—1910) în S.U.A., întemeietorul pragmatismului și fratele romancierului subtil și profund Henry James.

De la Franklin, pragmatismul a fost prima mare contribuție a Lumii noi la gândirea socială. „Calitățile” lui demonstrează cât de mult a decăzut cultura și conștiința socială în America sub influența capitalismului neînfrânat. În „Epoca de aur”, Mark Twain ^{0.177a} descrie fantastica exploatare și epuizare a resurselor naturale, precum și războiul aproape deschis dintre indivizii îndârjiți, soldat cu victoria câtorva milionari care au întemeiat marile trusturi. ^{0.184} Caracterul social al acestei epoci a fost analizat cu perspicacitate, deși cam superficial, de Veblen (1857—1929). ^{0.178} Era o atmosferă în care se îmbinau cupiditatea, violența și religiozitatea ^{0.125a} William James și-a dat seama că pentru a le menține într-un anumit echilibru era nevoie și de un element științific, pe care l-a luat denaturând biologia evoluționistă, mai ales teoria supraviețuirii celor mai apti. Să supraviețuiești este bine, deci ceea ce ajută la supraviețuire trebuie să fie bun, iar calea însăși spre ea este, desigur, calea cea justă. Adevăr este ceea ce a acționat și a adus roade. Această doctrină prezenta avantajul că arunca vălul unei aprobări filozofice atât asupra credinței religioase, cât și asupra acumulării de averi. Grație celui mai renumit discipol al lui James, John Dewey (1859—1952), ea a ajuns să constituie baza gândirii și educației liberale americane. Cu tot caracterul ei „înaintat”, această teorie era din punct de vedere științific lipsită de conținut și din punct de vedere moral falimentară, iar mai târziu s-a dovedit total incapabilă să reziste tendințelor fățiș reacționare și obscurantiste ale americanismului.

Școala austriacă

Cele mai însemnate contribuții la formarea unei concepții despre lume care să poată fi acceptabilă pe plan intelectual și totuși să nu implice riscul de a intra în conflict cu forțele capitalismului au venit de la Viena. Înainte de izbucnirea primului război mondial, Viena își trăia ultimii ani ca vechea capitală a Imperiului austriac, iremediabil înapoiat și șubred, care cuprindea pe atunci și centrele intelectuale Budapesta și Praga. Cele trei centre aveau o cultură comună care, deși în esență germană, nu fusese pătrunsă de îngîmfarea agresivă a Berlinului. Această cultură era apanajul exclusiv al unui cerc restrîns de intelectuali dezamăgiți, aparținînd mai multor naționalități, care depindeau în mod direct sau indirect de administrația imperială. Viena era deci un oraș cât se poate de potrivit pentru crearea unei școli a pesimismului intelectual pe toate fronturile. Ea și-a adus contribuția atât în filozofie, cât și în psihologie, prin neopozitivism, respectiv prin

psihanaliză, care aveau să exercite o profundă influență nu numai asupra gândirii academice, ci și asupra întregii orientări a gândirii „occidentale” sau burgheze din secolul al XX-lea. Această școală nu s-a mărginit însă numai la domeniile arătate; Menger a întemeiat o școală economică austriacă, care, paralel cu școala engleză, a dezvoltat teoria utilității marginale, insistând și mai mult decât aceasta din urmă asupra imposibilității logice a socialismului, și aceasta într-un moment când socialismul începea să se afirme ca o forță serioasă la Viena.

Mach și pozitivismul

Prima contribuție importantă a școlii vieneze a fost elaborarea filozofiei *pozitivismului* (p. 410), în mare măsură grație lui Mach, care afirma că știința nu este altceva decât modul cel mai comod de a pune în ordine percepțiile senzoriale și că orice discuție asupra lumii materiale reale nu este decât metafizică pură și inutilă. Primii pozitiviști nutreau un deosebit dispreț pentru concepte materiale, ca atomul, spre nenorocul lor, tocmai în perioada în care cercetările în domeniul fizicii confereau acestor concepte o realitate care devenise în cursul anilor tot mai evidentă.

Deși pozitivismul s-a manifestat în primul rând în domeniul științelor fizice, implicațiile lui au fost mult mai vaste. După cum am văzut în discuția asupra dezvoltării fizicii (p. 534) și asupra teoriei economice a utilității marginale, el a marcat o îndepărtare generală a intelectualilor de problemele concrete în favoarea celor abstracte și o renunțare la metoda de studiu naturalistă în favoarea uneia formale. La baza acestui curent se afla teama de a privi în față situația reală, căci faptele, în special cele sociale, deveneau din ce în ce mai neplăcute pentru intelectualii burghezi. Pozitivismul oferea într-adevăr un alibi minunat celor care doreau să planeze deasupra luptei, plasându-se totuși de partea cauzei drepte. Exact cum spun irlandezii: „Știu că ai fost neutru în această luptă, dar de care parte ai fost neutru?” Numai reacționarii cei mai mărginiți aveau obiecții împotriva acestui punct de vedere; din nefericire pentru pozitiviștii austrieci, nașiștii se aflau printre ei. Pe de altă parte, ideile pozitivistice au pătruns cu ușurință în rândurile intelectualilor din mișcarea socialistă, accentuându-le detașarea de realitățile neplăcute și slăbindu-le voința de acțiune. Dezvoltarea și efectele pozitivismului, care au devenit mai evidente în secolul al XX-lea, vor fi discutate mai pe larg în capitolul următor (p. 836).

Freud și psihanaliza

A doua contribuție de mare însemnătate a școlii vieneze a fost aparenta revoluție săvârșită de psihanaliză în domeniul psihologiei. Psihanaliza susținea că rațiunea conștientă ar fi zadarnică și plină de prejudecăți, punând accentul pe subconștientul irațional și amoral. Pe la sfârșitul secolului al XIX-lea devenise limpede că psihologia abstractă predată în facultăți nu servea la nimic, fiind bună doar pentru nevoile învățământului. În esență, această psihologie era aristotelică și fusese menținută deliberat în această stare, deoarece toate problemele referitoare la sentimente sau morală trebuiau lăsate în grija religiei organizate. Se simțea nevoia unei psihologii noi, „științifice“, care a fost elaborată în cele din urmă de Sigmund Freud (1856—1939) după 1890. Totuși, dat fiind că dezvoltarea psihologiei freudiste și influența ei predominantă aparțin secolului al XX-lea, consider mai potrivit s-o tratez în capitolul următor (p. 830 și urm.).

Pozitivismul și reacțiunea

Tendința generală, ilustrată de școala vieneză și de curente paralele din Anglia și din America, era de a găsi capitalismului sau, cum preferă azi să-l numească adeptii lui, „civilizației occidentale“ justificări filozofice, psihologice și economice, păstrând totodată aparenta unei analize științifice în spiritul tradiției liberale. Subliniind în termenii cei mai savanți esența irațională și absurdă a universului, caracterul inevitabil subiectiv al interpretării universului și lipsa de răspundere a psihicului individual supus bunului plac al complexelor sale, aceste curente au provocat confuzii și au paralizat încercările de a controla sau transforma lumea. Insistând asupra dreptului fiecărui individ de a se izola de societate, ele ofereau adăpost celor ce doreau să justifice propria lor inactivitate.

Gîndirea socială în Marea Britanie

În Marea Britanie, datorită unor tradiții mai vechi chiar decît revoluția industrială, teoria abstractă n-a jucat niciodată un rol atît de important ca pe continent, astfel că știința socială și politica practică n-au fost niciodată complet distincte. Britanicii, și în special englezii, căci scoțienii continuau să fie legați de tradiția continentală, se mîndreau cu spiritul lor practic, declarînd că nu au ce face cu teoriile sau cu metafizica, cu deosebire în rezolvarea problemelor sociale. După cum am văzut atunci cînd am discutat despre științele fizice (p. 534), aceasta nu era decît o iluzie, considerațiile lor practice avînd un substanțial conținut teoretic, în

cea mai mare parte inacceptabil, dacă ar fi fost explicit formulat. În orice caz, pînă la un anumit punct era o ficțiune convenabilă, deoarece permitea camuflarea oricăror contradicții interne și îngăduia schimbări de atitudine fără nici un prejudiciu. Grație unor astfel de metode, burghezia engleză a reușit să-și impună voința vreme de aproape 300 de ani, atîta timp cît condițiile externe i-au rămas favorabile, evitînd ciocnirile violente pe care le-a avut de suferit burghezia din alte țări. Între anii 1850 și 1880, burghezia engleză a avut de împlinit o foarte mică împotrivire din partea clasei muncitoare.

Sindicatele profesionale — ale muncitorilor din industria construcțiilor de mașini, din industria lemnului etc., primele organizații care s-au constituit după prăbușirea cartismului (1848) — căutau să ocolească obiectivele politice, în afară doar de un sprijin general acordat liberalismului, concentrîndu-și atenția asupra luptei pentru salarii mai ridicate și condiții de muncă mai bune. Muncitorii organizați acceptau sistemul economic existent, cerînd doar o parte mai mare din produsul muncii lor. Atîta vreme cît Marea Britanie a continuat să rămînă atelierul lumii, această parte era destul de mare pentru a-i împiedica să urmeze exemplul muncitorilor de pe continent, asupra cărora se exercita tot mai puternic influența social-democrației marxiste sau a anarhosindicalismului. Totuși, încă spre sfîrșitul secolului al XIX-lea, se putea vedea că nici în Marea Britanie împrejurările nu erau chiar atît de favorabile. Criza economică de după anul 1870 fusese semnalul reînvierii activității sindicale. Practica părea să zdruncine concepția că progresul și prosperitatea sînt continuu asigurate de inițiativa privată și de principiul „ajută-te singur”. Muncitorii necalificați ale căror condiții de trai deveneau insuportabile, au început să se organizeze în sindicate. O dată cu apariția sindicatelor muncitorilor din docuri și de la uzinele de gaz, a început să se schimbe caracterul general al mișcării sindicale. Sindicatele mai vechi, ca acela al minerilor, au început să se reorganizeze și să pornească la luptă. În luptele greviste îndîrjite se formulau nu numai revendicări economice, ci se punea din nou în discuție echitatea sistemului capitalist.

Oamenii muncii și intelectualii au început să studieze și să răspîndească socialismul. În 1883 remarcăm pentru prima oară influența lui Marx, într-o formă diluată și oportunistă, în Federația social-democrată a lui H. M. Hyndman (1842—1921), preocupată în mare măsură de reprezentarea muncitorilor în parlament. Din această federație s-a desprins ulterior o grupare cu un caracter propagandist și marxist mai accentuat, Liga socialistă a lui William Morris (1834—

1896). Morris a adus în mișcarea muncitorească încrederea lui înflăcărată în capacitatea omului de a se solidariza și de a crea frumosul. ^{8.100 a} El spunea :

„Contrastul dintre bogați și săraci este insuportabil și n-ar trebui îngăduit nici de cei bogați, nici de cei săraci. Mi se pare însă că, înțelegînd acest lucru, sînt dator să acționez neapărat în vederea distrugerii sistemului pe care nu-l consider decît o asuprire și o frînă ; după părerea mea, un atare sistem nu poate fi distrus decît prin unirea nemulțumirii celor mulți ; acțiunile izolate săvîrșite de cîteva persoane din păturile mijlocii și de sus mi se par a fi cu totul lipsite de eficacitate ; cu alte cuvinte, antagonismul de clasă, născut din sistemul însuși, este instrumentul firesc și necesar pentru distrugerea lui”. ^{8.100 c}

În 1893 a fost constituită o organizație mai bine înche-gată a clasei muncitoare : *Independent Labour Party* (Partidul laburist independent), sub președinția lui Keir Hardie. Acest partid urmărea alegerea în parlament a candidaților clasei muncitoare, în baza unui program care prevedea „asigurarea proprietății colective a tuturor mijloacelor de producție, repartiție și schimb”. Programul de atunci era mult mai avansat decît acela prezentat de cercurile partidului laburist din ziua de azi ca un program socialist. Totuși, politica acestui partid a rămas, în esență, reformistă, respingînd orice referire la revoluție.

Ancheta socială

Majoritatea oamenilor cu concepții liberale și o anumită clarviziune erau de părere că nu e nevoie să se găsească o nouă formă de organizare a societății, ci trebuie înlăturate tarele cele mai grave care desfigurau societatea existentă. Caracterul acestor tare putea fi stabilit precis prin dezvoltarea unei metode noi de cercetare : ancheta socială. Precursorii inițiatorilor acestei metode au fost comisiile regale, care în tot cursul secolului al XIX-lea au întreprins investigații temeinice asupra multor aspecte ale vieții economice și sociale din Anglia. De obicei, aceste cercetări nu duceau aproape la nici un fel de rezultat, dar rapoartele comisiilor au constituit o comoară neexplorată de informații sociale, pe care Engels și Marx le-au valorificat din plin. ^{8.100 a}

Noile anchete sociale reprezentau investigații asemănătoare, întreprinse pe cale particulară și efectuate cu metode științifice, avînd de obicei țeluri politice și economice cu totul diferite. Această metodă a fost folosită pentru prima oară și dezvoltată pe scara cea mai largă în Marea Britanie, care continua să se afle în fruntea țărilor capitaliste. Urmînd exemplul primilor socialiști, Booth (1840—1916) și, mai tîrziu, Seebohm Rowntree și soții Webb au întreprins cu ajutorul metodelor statistice un studiu sistematic al condi-

țiilor reale și al modului de viață al clasei muncitoare și al sărăcimii. Mobilul acestor cercetări a fost la început de ordin filantropic, dar foarte curînd acest studiu a căpătat o anumită nuanță politică.

Societatea fabiană

În 1884 Sidney Webb (1859—1947) a adunat în jurul său un grup de funcționari administrativi, filantropi, publiciști și alte persoane animate de cele mai bune intenții, printre care H. G. Wells și G. B. Shaw, și a întemeiat Societatea fabiană. Scopul principal al acestei societăți îl constituia reforma sistemului administrativ și economic, prin „măsurători și publicitate“, acest scop urmînd să fie atins prin metoda „evoluției treptate inevitabile“, indicate și de însăși titulatura societății. Una dintre principalele ei preocupări era ca transformarea societății să se realizeze prin convingere și fără revoluție, în așa fel încît măsurile socialiste să poată fi adoptate și de un guvern liberal sau chiar conservator. Societatea fabiană a adus o mare contribuție la demascarea condițiilor îngrozitoare de trai ale oamenilor din cartierele mizere și a sistemului istovitor de muncă din industrie, precum și la îmbunătățirea activității organelor administrației locale. În lucrarea lor „Istoria sindicatelor britanice“, soții Webb au dat un sprijin intelectual și moral organizațiilor, în mare măsură înființate spontan, ale clasei muncitoare. Manifestele fabiene, ^{6.137b} unele din ele cuprinzînd contribuții demne de o cauză mai bună ale lui Bernard Shaw, ^{6.179} au ajutat la răspîndirea largă a ideilor acestui socialism dincolo de cadrul Societății fabiene. Piese de lui Shaw și romanele lui Wells ^{6.178b} aveau să influențeze mai tîrziu milioane de oameni, creînd la începutul secolului al XX-lea în jurul fabianismului o atmosferă care-l făcea acceptat aproape fără rezerve în cercurile intelectuale.

Sociologia fabiană. Școala de științe economice și politice de la Londra

Sociologia fabiană se caracteriza prin tendința de a evita teoriile fundamentale și de a acorda atenție faptelor, de preferință faptelor în număr mare. Concluziile erau trase numai din evenimente îngropate în trecut, ca în excelențele studii ale celor doi Hammond asupra situației muncitorilor de la orașe și sate din secolul al XVIII-lea și de la începutul secolului al XX-lea. ^{5.37—38} Problemele la ordinea zilei trebuiau studiate însă pe îndelete, una cîte una. Forța care avea să realizeze îmbunătățirile viitoare, după părerea lor, nu trebuia

să fie în nici un caz o clasă muncitoare răzvrătită, ci mai curînd o administrație și cercuri de afaceri luminate, suficient de conștiente de primejdiile revoluției pentru a prefera alternativa mai liniștită a menținerii în decursul unei perioade nedefinite a unui capitalism modificat prin reforme progresiste, din ce în ce mai rațional și mai acceptabil.

Fabienii nu aveau o teorie economică proprie și erau mîndri de acest lucru. Ei acceptau, în schimb, economia politică „științifică”, adică teoria utilității marginale, fără a înțelege sau poate fără să vrea să înțeleagă că sistemul capitalist nu poate fi transformat prin aplicarea unei teorii care implică menținerea lui la infinit. Una dintre cele mai de seamă realizări ale Societății fabiene a fost sprijinul pe care l-a dat înființării Școlii de științe economice și politice de la Londra (1895), al cărei scop inițial era pregătirea tinerelor generații în spiritul unei gândiri progresiste și al unor idealuri luminate. Cu oameni de valoarea lui Graham Wallas (1858—1932), Hobhouse (1864—1929), Tawney și Laski (1893—1950) în rîndurile cadrelor didactice, se putea nădăjdui că această școală va produce dacă nu o revoluție socială, cel puțin o nouă interpretare a economiei politice și a sociologiei. În realitate însă, timiditatea proprie fabianismului a împiedicat-o să facă orice pas în această direcție. În schimb școala a educat o serie de funcționari administrativi competenți și viitori miniștri laburiști. Știința politică predată la această școală consta aproape numai în reafirmarea unor idei înălțătoare privind democrația și libertatea. De aceea, cînd catedra de teorie politică a acestei școli a fost ocupată recent de un volubil exponent al conservatorismului, nimeni n-a fost cu adevărat surprins.

În esență, fabianismul a fost liberalismul secolului al XIX-lea, adaptat la condițiile epocii imperialismului. El recunoștea că vechea politică de „laissez-faire” nu se mai potrivea într-o epocă în care intervenția monopolurilor și a statului devenea din ce în ce mai puternică. Dar, în loc să combată imperialismul, fabianismul s-a străduit să-i confere mai multă logică și eficacitate. El nu vedea sau refuza să vadă contradicțiile inerente imperialismului care duc la războaie și la crize economice. Cînd a izbucnit războiul anglo-bur, Societatea fabiană a ajuns la un pas de sciziune. Pacifiștii, liberalii și membrii Partidului independent al muncii, printre care J. R. MacDonald și doamna Pankhurst, au protestat împotriva războiului, dar punctul de vedere oficial, susținut de Shaw și soții Webb a prevalat.

Am vorbit atît de mult despre mișcarea fabiană nu pentru că ar fi adus vreo contribuție la știința socială, ci pentru că reprezintă la cel mai înalt nivel intelectual o strădanie

de a remedia capitalismul prin înțelegere și bunăvoință, sau, cu alte cuvinte, de a se eschiva de la datoria de a-l înlătura. Fabianismul este important și astăzi, pentru că el constituie baza intelectuală a partidului laburist în Anglia și, într-o oarecare măsură, a democrațiilor progresiști în Statele Unite, și se aseamănă, fără a fi identic, cu concepțiile social-democrațiilor reformiști de pe continent. Deși E. Bernstein, inițiatorul curentului de revizuire a marxismului, a trăit un timp în Anglia și s-a aflat sub influența fabienilor, acest curent s-a îndepărtat de marxism numai atunci când a apărut primejdia de a intra în conflict cu capitalismul. Fabienii au evitat acest risc chiar de la bun început.

Contradicțiile interne ale științelor sociale în orînduirea capitalistă

Chiar și dintr-o prezentare atît de succintă a dezvoltării științelor sociale către sfîrșitul secolului al XIX-lea se poate observa caracterul lor inconsecvent și contradictoriu. De fapt era din ce în ce mai greu să se concilieze năzuința spre adîncirea cunoașterii și înțelegerii, impusă de complexitatea crescîndă a vieții sociale, cu interdicția de a răspîndi orice idee care ar putea zdruncina orînduirea existentă bazată pe exploatarea muncitorilor în vederea profitului. O asemenea știință trebuia să fie în mod necesar părtinitoare, îngrădită și în esență apologetică. Toate problemele reale erau cu atît mai ușor evitate, cu cît erau învăluite într-un nor dens de controverse în jurul unor platitudini. În epoca capitalismului decadent, știința socială academică nu putea avea alte perspective de viitor decît acelea ale orînduirii sociale care i-a dat naștere și i-a călăuzit pașii.

12. 9. Dezvoltarea marxismului în secolul al XIX-lea și la începutul secolului al XX-lea

Tot în această perioadă, de la opera creatoare a lui Marx din cel de-al 5-lea deceniu al secolului al XIX-lea și pînă la victoria revoluției ruse din 1917, s-a dezvoltat și a înflorit o știință socială radical nouă, care nu avea nimic comun cu cea oficială. Prigoniți, lipsiți de bani, de posibilitatea de a avea un aparat de presă, de a tipări literatură, de a avea o organizație științifică sau de învățămînt, toate acestea aflîndu-se în slujba propagării ideilor oficiale, marxistii au desfășurat neînterupt în tot cursul secolului al XIX-lea și la începutul secolului al XX-lea o critică a societății, care era nu numai cu mult mai profundă, ci și cu mult mai cuprinzătoare decît cea făcută de știința socială academică.

Una dintre ideile fundamentale ale lui Marx era unitatea științelor. În consecință, marxismul s-a dezvoltat fără a admite o ruptură între științele exacte și disciplinele umanistice sau între științele naturii și cele sociale, ruptură din ce în ce mai caracteristică pentru cultura burgheză. Economia politică, tehnica și științele naturii se îmbinau toate cu științele sociale într-o singură unitate activă, care și-a găsit expresia în „Capitalul” lui Marx. Principala teză economică a acestei lucrări — exploatarea capitalistă prin plusvaloare — a fost expusă mai sus (p. 755 și urm.). Dar aceasta nu reprezintă decât o parte din bogăția de cunoștințe economice pe care o conține această lucrare. Marx face nu numai o analiză profundă a procesului de producție industrială și a sistemului finanțelor, dar explică și crizele periodice de supraproducție, cărora le este supus capitalismul. Au trecut mai mult de 50 de ani pînă cînd economiștii burghezi au recunoscut oficial că aceste crize sînt o consecință inevitabilă a sistemului economic capitalist, dar nici astăzi, ei nu sînt în măsură să le explice și cu atît mai puțin să le prevină (p. 811).

Materialismul dialectic

„Capitalul” nu este numai o operă care explică și condamnă un sistem social. Această operă conține în structura ei generală și aproape în fiecare pagină exemple ale unei noi metode tot atît de importante pentru dezvoltarea științelor istorice și sociale ca și metoda experimentală pentru științele naturii din secolul al XVII-lea. Ambele metode au ca bază comună lumea materială și experiența omului în ceea ce privește înțelegerea și controlul acestei lumi; dar metoda lui Marx, *materialismul dialectic*, este o generalizare mai cuprinzătoare, care poate fi aplicată la întreg domeniul activității omenești: atît societății umane, cît și naturii. Înarmați cu această metodă, Marx și adepții săi au atacat numeroase probleme care se dovediseră a fi insolubile cu mijloacele vechilor sisteme filozofice, precum și multe probleme noi, a căror existență nici nu fusese bănuită.

În cadrul unei lucrări de istorie a științelor ca aceea de față, nu este cu putință să se facă o expunere a materialismului dialectic pe înțelesul unor cititori neinițiați.^{1.2.385} Ceea ce urmează nu este mai mult decât o enumerare a caracteristicilor lui principale. Esența materialismului dialectic o constituie înțelegerea faptului că apariția *formelor noi* și a *proceselor noi* este rezultatul contradicțiilor interne și nu efectul exclusiv al forțelor exterioare (concepția mecanicistă) sau al influenței unei finalități prestabilite (concepția teleologică). Marx a găsit exemple caracteristice de aplicare a materialis-

mului dialectic în domeniul vieții sociale în trecerea de la feudalism la capitalism și în transformarea mult mai importantă în care avea să joace un rol atât de covârșitor : trecerea de la capitalism la socialism. Aici contradicțiile interne și apariția unor forme noi puteau fi mult mai ușor observate decât schimbările din lumea neînsuflețită sau din evoluția lumii organice, unde ritmul de transformare este infinit mai lent.

Marx a folosit formula abstractă hegeliană a trecerii de la *cantitate* la *calitate* pentru a descrie transformările reale care au loc într-un sistem material complex. El a arătat cum un nou sistem social, calitativ diferit de cel vechi, a luat naștere în mod firesc ca rezultat al acumulării de schimbări cantitative în vechiul sistem, ca, de pildă, dezvoltarea comerțului sau a mașinismului cu conflictele sociale legate de ele. Mai mult decât atât, transformarea calitativă trebuie să fie bruscă și hotărâtoare, căci o evoluție continuă nu poate duce niciodată la ceva cu adevărat nou. Dialectica explică transformările, arătând că ele se nasc din ascuțirea contradicțiilor generate în sînul sistemului precedent și care pînă la urmă îl sfărîmă, eliberînd noul sistem. O asemenea concepție nu este nevoită să recurgă la factori materiali determinanți acționînd din afară, cum ar fi clima sau epidemiile, nici să revină la ignoranța camuflată care atribuie toate transformările providenței sau întîmplării. Am arătat mai înainte (p. 754) cum se aplică această teorie la dezvoltarea orînduirilor sociale prin interacțiunea dintre forțele de producție și relațiile de producție, dar este necesar să mai dăm aici unele explicații.

Conform concepției marxiste asupra dezvoltării societății, orice transformare a sistemului economic este legată de apariția unei noi clase sociale, al cărei aport la producția bunurilor nu poate fi comparat cu partea care-i revine la însușirea lor. Fiecare nouă clasă dominantă urmărește, în procesul exploatarei celorlalte clase, să-și însușească o cît mai mare parte din produse. Făcînd aceasta, clasa dominantă tinde să lase tot mai mult pe seama altor clase procesul de producție propriu-zis. Clasa care a ajuns să aplice cele mai înaintate metode de producție ale vremii va înlocui prin luptă vechea clasă dominantă. O dată cu aceasta, ea schimbă relațiile de producție ale societății, pentru a le pune în concordanță cu noile metode de producție ; totodată se transformă în mod corespunzător și ideologia. Astfel, plutocrația conducătoare din statele sclavagiste clasice a fost nevoită să cedeze locul aristocrației feudale, în mare măsură barbară, mai bine adaptată conducerii unei economii naturale (p. 180). La rîndul lor, seniorii feudali au fost înlăturați de către burghezie, care a luptat cu succes pentru cucerirea dreptului de a face comerț și de a produce într-o economie bazată pe

schimbul de mărfuri (p. 282). În prezent, burghezia este înălăturată de clasa muncitoare, a cărei muncă cu caracter de cooperare socială corespunde mai bine epocii cu o producție și o planificare științifică (p. 508). În acest sens a declarat Marx că întreaga istorie este istoria luptelor de clasă.

Astfel, materialismul dialectic nu este o schemă formală, impusă de Marx dezvoltării societății; ea a luat naștere din analiza reală a transformărilor sociale și numai după aceasta a fost pusă la baza unor generalizări mai largi. Ceea ce face din Marx unul dintre cei mai mari oameni de știință este, pe de o parte, înțelegerea faptului că sarcina primordială a celui ce studiază societatea constă în a descoperi legile ei interne de dezvoltare, iar pe de altă parte faptul că, după ce el însuși a descoperit aceste legi, a mers mai departe, demonstrând eficiența lor în practică, ca și în teorie.

Engels. Socialismul, societatea și natura

Engels a explicat opera lui Marx și a extins concluziile ei dincolo de domeniul economiei politice. În „Anti-Dühring”^{6.130} el a schițat sistemul socialismului științific nu ca un rezultat al unor năzuinți fanteziste spre o comunitate ideală, ci ca un rezultat al dezvoltării dialectice firești a clasei muncitoare, care, distrugând statul capitalist burghez, își construiește statul ei propriu, socialist. În „Originea familiei, a proprietății private și a statului”^{6.137} el a extins aceeași metodă la studiul fazelor primitive ale istoriei omenirii. Engels a înțeles importanța studiilor făcute de Tylor și Morgan asupra societăților primitive (p. 761) și a recunoscut în factorii economici ai proprietății private și ai împărțirii în clase forțele care au transformat o comunitate de oameni egali între ei, conviețuind pe baza unei tradiții nescrise, într-un stat civilizat, cu oameni bogați și săraci, cu legi, poliție, religii și războaie. În sfârșit, în „Dialectica naturii”, lucrare publicată abia în zilele noastre,^{2.16} Engels a trecut la explicarea originii și transformărilor naturii înainte de apariția omului, arătând că aceleași principii dialectice au acționat și în acest domeniu. Abia acum începem să înțelegem cât este de puternică metoda făurită de Marx și Engels și cât este ea de necesară pentru ca lumea naturii și a omului să fie înțelese ca un proces.

Transformarea lumii

Dacă Marx și Engels s-ar fi mulțumit numai cu publicarea tezelor lor în problemele economiei politice, istoriei și filozofiei drept rezultate ale unor cercetări strict teoretice, con-

cluziile radicale la care au ajuns nu i-ar fi împiedicat, poate, să-și cîştige un loc de seamă în rîndurile oamenilor de știință; dar, prin însuși modul lor de a studia societatea, ei nu puteau accepta aceste îngrădiri. Marx nu făcea parte din rîndurile creatorilor de sisteme filozofice; el nu se mărginea să mediteze asupra unor adevăruri științifice, ci voia să le utilizeze pentru transformarea societății. Marx a înțeles că legile dezvoltării sociale pe care le descoperise ofereau pentru prima oară posibilitatea unor acțiuni sociale eficiente și conștient dirijate. Ceea ce savanții din domeniul științelor naturii realizaseră în opera de transformare a naturii prin cunoașterea legilor ei și prin utilizarea forțelor naturii se putea înfăptui acum în domeniul social. Într-adevăr, transformările sociale au fost întotdeauna înfăptuite prin acțiunea conștientă a voinței oamenilor. Aici intervine întreaga deosebire dintre acțiunile întemeiate pe înțelegerea unei situații în ansamblul ei și cele determinate exclusiv de dorințele unor oameni mărginiți și ignoranți, căci în acest din urmă caz rezultatele au corespuns rareori intențiilor inițiale. ^{6.136a} De fapt, marile transformări ale societății s-au produs fără ca cineva să le fi dorit în mod conștient; aceasta este atît de adevărat, încît, pentru a le explica, oamenii s-au văzut siliți să recurgă la destin, providență sau legi ale naturii.

Astfel, în timp ce sociologii și economiștii academici discuteau și explicau funcționarea sistemului capitalist, pe care-l considerau drept unicul sistem economic adevărat, firesc și liber, marxiștii trecuseră la acțiune pentru a uni clasa muncitoare, în mare măsură insuficient de conștientă și de organizată, și a o face să înțeleagă rolul ce-i revine în transformarea societății și în organizarea unui sistem economic nou, planificat, care să ia locul sistemului economic capitalist. Întemeierea Internaționalei I și a primelor partide social-democrate a reprezentat nu numai o parte integrantă a operei căreia Marx și Engels și-au consacrat viața: a fost și parte integrantă din teoria lor asupra dezvoltării societății. Primii marxiști au creat știința despre societate, făurind în același timp istoria societății.

Marx și Engels, împreună cu tovarășii lor de luptă din ce în ce mai numeroși, erau permanent la curent cu transformările politice și sociale din orice parte a lumii. Fiecare eveniment important din America pînă în India, din Japonia pînă în Irlanda a fost analizat minuțios și apreciat de ei. ^{6.159a} Ei au tras învățăminte din succesele, ca și din eșecurile mișcărilor socialiste și progresiste. Cea mai renumită dintre acestea, Comuna din Paris din 1871, a fost inițiată de patrioți idealiști și liberali. Comunarzii marxiști nu au jucat aici un rol conducător. Totuși, chiar din momentul izbuc-

nirii acestei răscoale, Marx și-a dat seama că sprijinul puternic dat Comunei de clasa muncitoare, precum și brutalitatea absurdă cu care a fost reprimată de agenții capitalismului francez, au transformat o încercare neizbutită a afirmării drepturilor democratice într-un model de cucerire a puterii de către clasa muncitoare. El dorea ca clasa muncitoare din lumea întreagă să manifeste curaj asemenea comunarzilor, să evite însă slăbiciunile și confuziile lor printr-o temeinică cunoaștere a teoriei revoluționare. ^{6.158}

Greutăți și sciziuni în tabăra socialistă.

După moartea lui Marx în 1883, mișcarea socialistă, deși câștiga tot mai mulți aderenți, și-a pierdut întrucîtva capacitatea de înțelegere a evenimentelor, și nu a înregistrat vreun progres însemnat pe plan teoretic. Aceasta se datora în mare parte apariției unui nou stadiu al capitalismului — imperialismul —, de care Marx abia începuse să se ocupe și care n-a fost analizat temeinic decît de Lenin, cu 20 de ani mai târziu (p. 787). Între timp, socialiștii marxiști aveau de luptat nu numai împotriva capitaliștilor și a guvernelor controlate de aceștia. Ei trebuiau să facă față și greutăților ivite chiar în sînul mișcării socialiste. Însuși succesul doctrinei marxiste în mișcarea muncitorească activă din țările europene a determinat apariția unor noi dificultăți. Ceea ce Marx dăduse clasei muncitoare și aliaților ei era încrederea — rațional fundamentată — în posibilitatea răsturnării capitalismului. El reușise de asemenea să schițeze principalele trăsături ale sistemului socialist care urma să-i ia locul. ^{6.159} În același timp însă, însușirea consecventă a programului marxist cerea o asemenea capacitate intelectuală, un asemenea efort, stăpînire de sine și disciplină care s-au dovedit a fi prea mari pentru mulți dintre cei ce erau în genere de acord cu țelurile socialismului. Aceștia doreau o trecere mai scurtă sau mai ușoară la socialism. S-au produs sciziuni și au apărut curențe rivale, astfel că o bună parte din timpul și munca primilor marxiști au fost cheltuite în controverse aparent inutile, dar în realitate importante, care au contribuit la lărgirea și la adîncirea înțelegerii societății.

Existau în primul rînd o serie de oameni destul de superficiali, dar bine intenționați, care doreau în mod sincer îmbunătățiri cu caracter social și care aderaseră la platforma socialistă, dar erau cu desăvîrșire nepregătiți și lipsiți de simțul politic necesar pentru a organiza și a conduce o mișcare socialistă efecace. Ei ignorau îndeosebi ideea luptei de clasă și își închipuiau că pentru înfăptuirea socialismului ar fi suficient să se prezinte o imagine îndeajuns de atrăgătoare a ceea ce

însemna el. Dintre aceștia făceau parte, în Anglia, socialiștii creștini și adepții lui Henry George, iar în Germania socialiștii „adevărați” ca Eugen Dühring, în persoana căruia Engels a combătut atât de temeinic întreg acest grup.^{6.136}

Anarhismul

Mai gravă a fost disidența acelor care, după ce au mers alături de socialiștii marxiști în lupta comună împotriva capitalismului, s-au despărțit de ei și au pornit pe alte căi. Prima dintre aceste disidențe, aceea a anarhiștilor, a fost provocată de Bakunin (1814—1876), un nobil rus emigrant, nerăbdător și violent, care a determinat sciziunea Internaționalei I. Anarhismul făcea apel în mod special la sentimente generoase, contestînd necesitatea teoriei sociale aride atât pentru perioada dinaintea, cît și pentru aceea de după lichidarea guvernelor odioase. Anarhismul era atrăgător și datorită anticlericalismului său violent, disprețului său pentru legalitate, precum și datorită unui anumit iz revoluționar romantic. Conducătorii anarhismului erau în mare parte emigranți, iar adepții săi proveneau din rîndurile muncitorilor din țările înapoiate din sudul Europei și din America, unde asuprirea capitalistă era deosebit de brutală, unde marea industrie nu era destul de dezvoltată pentru a da un nucleu de muncitori disciplinați și unde nu exista posibilitatea de a se recurge la măsuri legale și pașnice. Cu toate că anarhismul dispunea de oameni devotați și gata de sacrificiu, el n-a reușit și nici n-ar fi putut reuși să atenueze aceste condiții. Cel mai bun lucru pe care-l putea face era să mențină spiritul combativității de clasă, cel mai rău lucru — să creeze o bază de diversiune și lupte intestinale, care au slăbit întreaga mișcare.

Social-democrația reformistă

În țările în care capitalismul era mai dezvoltat, mai ales în Germania, țările scandinave și Marea Britanie, în mișcarea muncitorească s-a manifestat tendința nu de a intensifica lupta de clasă, ci de a se eschiva de la ea sub pretextul că nu există. Datorită supraprofiturilor realizate din exploatarea colonială, era tentant să se creadă că socialismul, chiar și socialismul marxist, poate fi înfăptuit printr-un proces de evoluție. De aceea n-ar fi necesare nici un fel de măsuri drastice, ci doar o modificare treptată și imperceptibilă a capitalismului, efectuată printr-o evoluție democratică normală. Această concepție subaprecia cu desăvîrșire forța și îndărătnicia capitaliștilor, hotărîrea lor de a folosi metode de presiune nelegale, așa cum aveau s-o do-

vedească evenimentele tragice din Germania din anii 1918 și 1933. În Germania, unde mișcarea înregistrase cele mai mari succese și unde se constituise încă în deceniul al 8-lea al secolului trecut, o puternică mișcare social-democrată marxistă, exista o tendință foarte accentuată de revizuire a marxismului, o tendință de a demonstra în mod științific că marxismul și-a atins scopul și că acum ar fi depășit. Marx însuși a demască și a condamnat această tendință în lucrarea sa „Critica programului de la Gotha” (1875). Analiza reformismului pe care Marx și Engels au făcut-o în „Scrisoarea circulară” publicată în 1879 rămâne valabilă și în ziua de azi :

„E glasul reprezentanților micii burghezii, care se tem ca proletariatul, minat de poziția sa revoluționară, «să nu împingă lucrurile prea departe». În locul unei opoziții politice hotărâte, mediație pe toată linia ; în locul luptei împotriva guvernului și burgheziei, încercarea de a le atrage și convinge ; în locul unei rezistențe dârze față de represiunea de sus, supunere umilă și recunoașterea că pedeapsa a fost meritată. Toate conflictele inevitabile din punct de vedere istoric sînt tălmăcite ca simple neînțelegeri și orice discuție este încheiată cu asigurarea că în principiu sîntem cu toții de acord.” 6-169¹

Marx și Engels au arătat soarta care-i așteaptă pe acești reformiști.

„Sînt aceiași oameni care, sub aparența unei activități febrile, nu numai că nu fac nimic, ci caută să împiedice ca în genere să se facă altceva decît să se pălăvrăgească..., aceiași oameni care nu văd niciodată reacțiunea și sînt apoi foarte surprinși cînd constată că au ajuns într-un impas în care orice împotrivire sau încercare de ieșire este imposibilă” 2.

Avertismentul lor însă n-a fost luat în seamă pînă în vremea lui Hitler. Marx și Engels au arătat cît se poate de limpede poziția lor :

„În ce ne privește pe noi, avînd în vedere tot trecutul nostru, nu ne rămîne deschisă decît o singură cale. De aproape 40 de ani am scos în evidență lupta de clasă ca forță motrice nemijlocită a istoriei, și în special lupta de clasă dintre burghezie și proletariat ca principală pîrghie a revoluției sociale moderne ; prin urmare, e imposibil să mergem alături de oameni care vor să elimine lupta de clasă din mișcare. Cînd am întemeiat Internaționala, am formulat în mod explicit lozincă de luptă : eliberarea clasei muncitoare trebuie să fie opera clasei muncitoare însăși. Noi nu putem deci să mergem alături de oameni care declară deschis că muncitorii sînt prea inculți pentru a se elibera singuri, că trebuie mai întîi eliberați de sus, de către marii și micii burghezi filantropi” 3.

¹ K. Marx și F. Engels. „Către Bebel, Liebknecht, Bracke și alții” („Scrisoare circulară”), în Opere alese în două volume, vol. II, București, E.S.P.L.P. 1955, ediția a II-a, p. 528.

² Op. cit., p. 529.

³ Op. cit., p. 530—531.

Cu toate că Marx și Engels au reușit să mențină un nucleu compact de socialiști convinși și hotărâți, curentul reformist se întărea mereu prin cei ce vedeau în mișcarea socialistă o cale sigură de a ajunge la situații influente și de a agonisi averi. Într-adevăr, după ce Bismarck a avut succes în experiența sa cu Lassalle (1825—1864), guvernele capitaliste au învățat să patroneze un socialism care se mărginea la vorbe și de care puteau fi siguri că nu va întreprinde niciodată vreo acțiune serioasă împotriva intereselor lor. De îndată ce un fruntaș socialist mergea prea departe și trecea deschis în rîndurile partidelor burgheze, ca Millerand în Franța și Mussolini în Italia, se găseau întotdeauna alții, la fel de înclinați spre compromis, care să-i ia locul.

Mișcarea laburistă britanică

În Anglia a apărut o tendință similară de dezvoltare spre un socialism placid. Însă în timp ce pe continent partidele social-democrate se intitulau partide marxiste, deși în realitate erau reformiste, majoritatea organizațiilor care se încadrau în mișcarea muncitorească britanică au fost de la bun început fățiș reformiste. Deși ideile fundamentale despre socialism le luaseră de la Marx, toate, cu excepția micii Federații social-democrate, respingeau marxismul ca teorie. Această atitudine era pe linia împotrivirii tradiționale față de orice teorie, linie care a constituit pentru englezi o cale atât de ușoară de ocolire a criticii fundamentale a situației sociale de pe pozițiile luptei de clasă. Ea provenea și din faptul istoric că primul atac al lui Marx împotriva sistemului capitalist s-a produs imediat după prima reacție a clasei muncitoare și, în parte, ca o consecință a ei, reacție care s-a manifestat cu deosebită violență și hotărîre, în anii de foamete din cel de-al 5-lea deceniu, în cadrul mișcării cartiste. După 1850 avîntul comercial al Marii Britanii, ca atelier industrial al lumii, a îmbunătățit situația economică a clasei muncitoare. Această situație a luat sfîrșit în jurul anului 1880, dar după vreo zece ani ea a fost în mare măsură restabilită, datorită dezvoltării imperialismului; perioada de depresiune economică fusese prea scurtă pentru ca influența socialismului să se fi putut face simțită. Clasa muncitoare engleză continua să manifeste tendința de a se identifica cu propria-i burghezie, lucru inacceptabil pentru clasa muncitoare din oricare altă țară.

Am văzut (p. 774 și urm.) cum în Marea Britanie rolul de teoreticieni ai mișcării socialiste a fost preluat nu de

marxiști, ci de fabieni. Marile greve din anii 1912 și 1926 au constituit un avertisment că conflictul fundamental cu capitalismul nu pierduse nimic din vigoare. Cu toate acestea, abia către mijlocul secolului al XX-lea, după ce Marea Britanie, slăbită de pe urma a două războaie, și-a pierdut poziția privilegiată în lume, clasa muncitoare a simțit primejdia socialismului reformist.

Una dintre caracteristicile reformismului este renunțarea la orice încercare de a crea o teorie a socialismului diferită de cea a științei sociale academice. Ideea că știința poate fi influențată de educație, de mediul social sau de interesele omului de știință este respinsă cu indignare. Se consideră că teoriile despre *evoluția* biologică spontană și imperceptibilă au făcut ca *revoluția* să devină neștiințifică și inutilă, iar acceptarea teoriei economice a utilității marginale face să se nege însăși existența exploatării de care Marx lega lupta pentru desființarea capitalismului.

Tendința reformistă, care a contribuit la întârzierea realizării socialismului în țările capitaliste avansate, a fost o consecință a evoluției spre imperialism (p. 497 și urm.) în care forțele capitalului monopolist vedeau un mijloc de a învinge dificultățile găsirii de noi piețe de desfacere. În acest proces a fost întrucâtva micșorată presiunea exercitată asupra muncitorilor calificați din industria producătoare de mijloace de producție și industria de armament. În același timp, după cum am văzut, în Marea Britanie, principala putere imperialistă, ideologii fabieni nădăjduiau că dezvoltarea imperiului britanic va aduce cu sine soluția pentru rezolvarea greutăților economice și sociale.^{6-170b} Iată de ce nu este surprinzător că pasul următor în dezvoltarea gândirii și acțiunii marxiste n-a fost realizat în vreunul dintre marile centre ale imperialismului ci într-o țară în care contradicțiile capitalismului se manifestau într-o formă mai brutală.

Geneza revoluției ruse

La sfârșitul secolului al XIX-lea, Rusia era din punct de vedere politic și economic o țară în același timp imperialistă și colonială. Cu o veche cultură și tradiție, ea era din punct de vedere politic cea mai înapoiată țară din Europa; autocrația țaristă promova în Asia centrală și răsăriteană o politică de expansiune teritorială cu nimic mai puțin imperialistă decât aceea dusă de Marea Britanie în India sau de toate puterile europene în Africa. Acestui imperialism îi lipsea însă baza economică esențială; Rusia era înapoiată din punct de vedere industrial, și cu toate că, așa cum

vremea a dovedit-o, ea ar fi fost în stare să-și dezvolte resursele proprii, acest lucru nu a fost cu putință sub regimul țarist. În schimb, ea devenise arena preferată a investițiilor societăților străine, care-i exploatau resursele naturale în propriile lor interese, acordând guvernului tot mai multe împrumuturi în condiții oneroase. Nu este de mirare că în atmosfera creată, atmosferă de mizerie, corupție și deprimare, aproape orice om conștient și cinstit era împotriva acestui sistem, care nu se putea menține decât printr-o represiune polițienească brutală și stupidă. Spiritul de opoziție însă, fiind lipsit de o teorie socială adecvată, s-a irosit în mare parte fără rost, într-un terorism conspirativ. Cotitura s-a produs atunci când, o dată cu creșterea clasei muncitorilor industriali, au început să pătrundă în Rusia ideile marxiste. Printre cei care și le-au însușit în modul cel mai deplin a fost Plehanov (1856—1918).

Lenin

Plehanov a avut mari merite în răspîndirea marxismului, ba a și îmbogățit marxismul cu o serie de completări valoroase. Meritul său cel mai mare este însă faptul că el a prezentat tineretului progresist rus marxismul. Discipolul său cel mai de seamă, care l-a întrecut cu mult în inteligență și capacitate, a fost Vladimir Ilici Ulianov (1870—1924), cunoscut de posteritate sub numele său din ilegalitate : Lenin. El a venit în contact cu marxismul ca student revoluționar. După ce și-a însușit bazele teoriei marxiste, el a descoperit modul în care ea trebuie să fie aplicată nu numai la condițiile specifice din Rusia, ci și la condițiile economice, politice și spirituale din lumea întreagă la răscrucea dintre cele două secole, atât de diferite față de cele pe care le cunoscuse Marx. Dacă Lenin nu ar fi fost unul dintre cei mai mari conducători politici din lume, excepționala lui valoare intelectuală ar fi fost recunoscută datorită contribuției pe care a adus-o în economia politică și în filozofie. El a văzut cel dintâi în *imperialismul* impetuos din vremea sa, sprijinit pînă și de fruntașii progresiști ai fabianismului (p. 776), simptomele descompunerii capitalismului, incapabil să-și găsească piețe interne suficient de rentabile pentru desfacerea produselor industriei producătoare de mijloace de producție. El era de asemenea deosebit de atent la transformările spirituale și culturale care însoțeau epoca imperialismului. În lucrarea sa „Materialism și empiriocriticism”,^{6.151} el a analizat tendințele pozitivistice ale lui Mach și ale adepților săi din mișcarea socialistă rusă, arătînd că,

oricât ar fi pretins aceștia că au o concepție științifică obiectivă și avansată, ei se aflau pe o cale care nu-i putea duce decât îndărăt, la idealismul pur al lui Berkeley și Platon și deci la sprijinirea pozițiilor reacțiunii.

Partidul de tip nou

Pentru Lenin însă, problema centrală era problema politică. Cum trebuia înfăptuită revoluția, a cărei necesitate era recunoscută de toate forțele progresiste din Rusia, și ce avea să urmeze după aceea?

Lenin a învățat de la Plehanov că, chiar și într-o țară înapoiată ca Rusia, muncitorii industriali reprezintă o forță revoluționară deosebită. De aici el a tras concluzia de ordin practic că este necesar *un partid* pătruns de înțelegerea marxistă a sarcinilor ce-i stau în față și avînd menirea de a mobiliza poporul la lupta pentru victoria definitivă a socialismului. Acest partid, care la început s-a numit Partidul social-democrat (bolșevic), a devenit ulterior Partidul comunist. El a trecut prin primele încercări în revoluția din 1905. Aceasta a fost, în esență, o revoluție burgheză, cu toate că pentru răsturnarea guvernului țarist burghezia a făcut cauză comună cu muncitorii. Revoluția a eșuat, pentru că burghezia a preferat să ajungă la un compromis cu țarismul decât să ducă revoluția mai departe.^{6.152} Lenin s-a arătat în adevărata lui măreție după înfrîngerea revoluției, care nu i-a zdruncinat încrederea în victoria finală, ci, dimpotrivă, i-a permis să tragă multe învățăminte prețioase, mai ales în ce privește necesitatea izolării burgheziei prin realizarea unei alianțe între muncitori și țărani. Evenimentele au luat o întorsătură hotărîtoare atunci cînd el a reușit să transforme a doua revoluție — care în primele ei faze fusese tot o revoluție burgheză, provocată de înfrîngerea militară a țarismului —, conducînd-o pînă la preluarea puterii, în mod definitiv și complet, de către clasa muncitoare.

Din acest moment, în ciuda tuturor eforturilor dușmanilor dinăuntru și din afara țării, Lenin a reușit să creeze, pentru prima dată în istorie, un nou tip de stat, un stat al muncitorilor și al țăranilor. Lenin ocupă un loc unic în istoria omenirii ca teoretician și constructor al unei societăți noi. Prin faptul că a știut să folosească criteriul practicii, el a fost capabil să-și verifice și să-și corecteze neîncetat ideile. Lenin și-a continuat analiza politică chiar și în toiul luptelor duse de Statul sovietic în primele zile ale existenței sale. În lucrarea sa „Statul și revoluția”,^{6.153} publicată chiar în aju-

nul revoluției, el a analizat deosebirea dintre statul burghez ca organ executiv al capitalului financiar, căruia poporul — prin formele și ficțiunile complicate ale democrației parlamentare — îi poate acorda cel mult un consimțământ pasiv, și noul stat, statul socialist, a cărui putere trebuie să izvorască din participarea activă a întregului popor la conducerea a mii de organizații, fabrici, orașe și sate. Această nouă formă de democrație trebuia în primul rând să înlăture întregul aparat administrativ și economic al guvernelor anterioare, care era aservit în mod inevitabil intereselor capitaliștilor. Dar acesta trebuie înlocuit printr-un stat nou cu puteri mult mai largi, care să dirijeze în mod planificat funcțiile economice ale producției și repartiției. În afară de aceasta, atîta vreme cît este silit să-și apere existența într-o lume capitalistă ostilă, noul stat trebuie să-și creeze și să mențină și funcțiile militare și diplomatice.^{6.153}

Lenin a înțeles de asemenea foarte limpede importanța revoluției ruse pentru mișcarea socialistă mondială. El și-a dat seama că în Germania, unde, după înfrîngerea în război, condițiile erau cît se poate de favorabile revoluției, atașamentul celor mai mulți dintre fruntașii social-democrați față de capitalism va duce neîndoielnic la predarea țării în mâinile forțelor reacțiunii.^{6.154} El a prevăzut că după ce războaiele intervenționiste se vor fi dovedit incapabile să doboare tînăra republică sovietică va urma o perioadă îndelungată de coexistență, în care va fi necesar să se întrețină cu capitaliștii relații strict pe bază de afaceri, în timp ce prietenia față de statul socialist a popoarelor din țările capitaliste va constitui o cheuzășie împotriva unor noi atacuri.

Lenin știa că aceasta nu este o sarcină ușoară. Campania de calomnii isterice duse de presa venală din lumea capitalistă împotriva noii orînduiri n-a conținut niciodată, iar efectele ei au fost accentuate prin acțiunile unora dintre „prieteni” din străinătate ai revoluției, pornite uneori dintr-un entuziasm naiv, alteori cu intenții vădite de provocare și subminare. În lucrarea sa „Stîngismul — boala copilăriei comunismului”, Lenin a analizat și a condamnat aceste tendințe, arătînd necesitatea absolută a unei teorii sociale sănătoase pentru a se evita, pe de o parte, excesul de prudență și, pe de altă parte, pripeala, care, atunci cînd sînt de bună-credință, decurg din lipsa de înțelegere atît a forțelor sociale, cît și a mișcărilor cărora acestea le dau naștere. Avertismentele date de Lenin aveau să primească o deplină confirmare prin evenimentele politice care au avut loc

Înăuntrul și în afara Uniunii Sovietice în următorii 30 de ani. Scrierile lui Lenin reprezintă până în ziua de azi un izvor de importanță primordială pentru noua știință socială a prezentului și a viitorului.

Urmărind activitatea lui Lenin, ne-a fost cu neputință să ne oprim la limitele stabilite pentru acest capitol, care ar fi trebuit să se încheie cu victoria revoluției ruse din 1917. Totuși, acest lucru nu are prea mare importanță, deoarece delimitarea dintre acest capitol și cel ce urmează este mai ales de ordin formal, urmărind menținerea unității cu restul lucrării. Din același motiv nu ar fi nimerit că încheiem capitolul cu aprecieri generale, pe care le rezervăm pentru sfârșitul capitolului următor.

CAPITOLUL AL 13-LEA

ȘTIINȚELE SOCIALE DUPĂ PRIMUL RĂZBOI MONDIAL

13. 0. Introducere

Primul război mondial a spulberat definitiv nădejtile într-o evoluție pașnică permanentă a capitalismului. El a dezvăluit existența unei rivalități atât de mari între puteri — rod al imperialismului —, încât ea nu putea fi rezolvată altfel decât prin forță (p. 499 și urm.). În timp ce izbucnirea războiului marca sfârșitul unei perioade, revoluția rusă din 1917 marca începutul unei ere noi. Socialismul, care pînă atunci fusese doar o doctrină care strîngea în jurul ei pe cei ce se împotriveau nedreptăților economice, de data aceasta era supus verificării prin aplicarea sa în practică. Una dintre puterile mondiale devenise acum un stat socialist, întemeiat pe principiile marxiste. Din momentul acela, marxismul, care fusese o filozofie nerecunoscută, chiar pusă în afara legii, avea să constituie baza gîndirii unui popor de 150 000 000 de oameni, pentru a deveni în zilele noastre ideologia dominantă a unor țări în care locuiesc 900 000 000 de oameni, adică peste o treime din populația lumii.

Începînd din 1917, două orînduiri sociale există una alături de cealaltă, corespunzînd celor două ideologii : cea capitalistă și cea socialistă. În lumea capitalistă, științele sociale au trebuit să se adapteze unor condiții de crescîndă instabilitate și violență. În aceeași perioadă, în lumea socialistă uriașele sarcini decurgînd la început din lupta pentru însăși existența noii orînduiri și mai tîrziu din lupta pentru construirea unei baze materiale adecvate noului tip de viață socială au pus în fața științelor sociale o serie continuă de noi probleme.

În acest capitol vom examina mai întîi (13.0) evenimentele politice și economice care au influențat dezvoltarea științelor sociale în secolul al XX-lea. Cu acest prilej ne vom referi la probleme pe care le-am mai tratat și în introducerea la partea

a VI-a, dar care aici vor fi abordate dintr-un alt punct de vedere. Ele vor fi examinate nu atât în legătură cu evenimentele de ordin tehnic și economic, cât cu evenimentele care influențează direct atitudinea și modul de gândire al oamenilor. Aceasta ne va duce la o discuție generală (13.1) asupra caracterului gândirii sociale în această perioadă, atât în lumea capitalistă, cât și în cea socialistă. Urmează apoi (13.2—13.5) o analiză amănunțită a diferitelor aspecte ale științelor sociale burgheze. Subcapitolul 13.2 tratează probleme de economie politică; subcapitolul 13.3 — aplicarea științelor sociale în domeniul statisticii, al anchetelor sociale, precum și al studiului pieței; subcapitolul 13.4 se ocupă de educație și învățămînt, iar 13.5 de aspectele pur ideologice ale psihologiei, filozofiei și teologiei. De la aceasta trecem la o examinare succintă a dezvoltării de pînă acum a științelor sociale din țările socialiste (13.6), începînd cu o analiză a condițiilor în care ele au avut loc. Apoi este discutată situația științelor sociale în Uniunea Sovietică, în China și în țările din Europa răsăriteană, care au pășit pe calea socialismului, insistîndu-se în mod deosebit asupra istoriei, economiei politice și educației. În sfîrșit se vorbește pe scurt despre unele perspective ale dezvoltării științelor sociale.

Transformările sociale în secolul al XX-lea

Istoria n-a cunoscut o perioadă în care omenirea să fi trecut prin transformări atât de profunde într-un timp atât de scurt ca aceea de după 1914. Fluctuații economice, îndîrjite lupte politice interne, războaie și pregătirea unor noi războaie, toate acestea s-au succedat fără răgaz în timpul vieții unei singure generații. Concepțiile și comportarea oamenilor au fost în mod inevitabil influențate de această situație în neîncetată schimbare, chiar dacă unii dintre ei, tocmai datorită acestei influențe, au căutat o izolare de toate evenimentele politice și sociale.

În tot cursul acestei perioade de creștere neregulată și de descompunere, lumea capitalistă nu a avut nici un țel central și nici o perspectivă, în afară de urmărirea profitului și dorința de a supraviețui. Nu este deci surprinzător faptul că în societatea capitalistă a existat o mare confuzie de idei, care și-a găsit oglindirea într-o mare varietate de teorii în domeniul științelor sociale. În psihologie, în economia politică și în filozofie au apărut nenumărate școli opuse una alteia și uneori cu totul efemere, cea mai mare parte dintre ele fiind lipsite de orice conținut optimist, țel sau chiar convingere intelectuală. Numai cei dispuși să analizeze critic întregul sistem în

care trăiau și să preia tradițiile împotrivrării față de el puteau găsi concepțiilor lor o bază pentru optimism.

În lumea socialistă, problemele imperioase legate la început de lupta pentru însăși existența sistemului și, mai târziu, de construcție și de revoluția culturală au creat necesitatea unei puternice unități a voinței și a convingerilor, în stare să înădușască popoare întregi în îndeplinirea unor sarcini aproape supraomenești. Înfăptuirea și menținerea acestei unități n-a fost un lucru ușor. Trăind zeci de ani în condițiile războiului sau sub amenințarea lui, popoarele Uniunii Sovietice și-au făurit propria lor teorie socială, pe baza moștenirii lăsate de Marx și Engels și folosind învățămintele trase din succesele și din greșelile lor proprii.

Am examinat mai înainte (p. 495 și urm.) natura și cauzele transformărilor economice și politice din secolul al XX-lea. Aici nu va trebui decât să reamintim o serie de evenimente, destul de bine cunoscute celor mai mulți dintre cititori, și să spunem câte ceva despre influența pe care ele au avut-o asupra atmosferei în care s-a dezvoltat gândirea socială.

Tabloul general al transformărilor din țările capitaliste în secolul al XX-lea este dominat de primul și al doilea război mondial, precum și de marea criză economică, care a marcat perioada dintre ele. În fiecare deceniu putem distinge ani de progres social și de creștere a mișcării de eliberare: în 1912 marile greve și un nou avânt al socialismului, în 1920 reconstrucția postbelică, în 1936 victoria Frontului popular, în 1946 epoca de eliberare și de cooperare mondială, în 1953 „destinderea” în războiul rece. Între aceste perioade au fost însă ani de reacțiune și nenorociri cauzate de incapacitatea sistemului capitalist de a rezolva pe altă cale decât prin război sau mizerie generală dificultățile inerente economiei sale.

După fiecare mare dezastru, în care erau dezvăluite putreziciunea și lipsa de perspective a vechilor forme ale societății, a urmat un avânt promițător al mișcărilor populare, aducând cu el un nou val de idei progresiste. Aceste mișcări, care în cea mai mare parte n-au izbutit să străpungă numeroasele și puternicele linii de apărare ale sistemului capitalist, se stingeau într-o atmosferă de confuzie și dezamăgire, lăsând locul unor perioade de reacțiune și de represalii. Cum însă reacțiunea, oricât de puternică ar fi ea, nu poate consolida niciodată un sistem care poartă în sine germenii propriei sale distrugerii, aceste perioade au dus rînd pe rînd la noi catastrofe. Această expunere atît de sumară și de schematică duce în mod inevitabil la o simplificare prea mare a problemelor, dar este necesară pentru a se putea înțelege dezvoltarea gândirii sociale în această perioadă.

Ar fi greșit să vedem în aceste alternanțe vreo tendință ciclică a istoriei de a se repeta la infinit. Fiecare fază a avut caracteristicile ei proprii, iar succesiunea lor atestă continuitatea unei tendințe predominante: slăbirea forței capitalismului și incapacitatea lui de a-și găsi o bază stabilă.

Urmările marii crize economice au avut, firește, un caracter cu totul diferit de acela al urmărilor celor două războaie. Cu excepția Spaniei, mișcarea progresistă a fost pretutindeni fărâmițată și înăbușită fără o luptă fățișă. Chiar și mișcarea nazistă a constituit o formă de exploatare, de către marea industrie, a aversiunii maselor populare față de regimul de șomaj și de mizerie pe care tot marea industrie îl generase. Într-adevăr în anii dinaintea celui de-al doilea război mondial forțele populare n-au putut fi înăbușite decât punându-se metode criminale în slujba reacțiunii.

Acest război a arătat, la rîndul său, că năzuința spre libertate a maselor populare din deceniul al patrulea nu fusese distrusă, ci doar înăbușită, căci ea a izbucnit cu și mai multă hotărîre și eficacitate în atmosfera eliberării. Pentru prima dată în istorie, oameni din toate țările lumii, atît de pe teritoriile ocupate de naziști și de aliații lor, cît și în afară de ele s-au mobilizat pentru o cauză cu un țel comun. În timpul războiului și cîtăva vreme după terminarea lui păreau să existe unele speranțe că se poate construi o lume a păcii în care țările cu guverne capitaliste și cele cu guverne comuniste, sau chiar cu guverne de coaliție ca Franța și Italia, să colaboreze între ele. Clasele dominante din America și din Europa au distrus foarte curînd aceste speranțe. Speculînd toate interesele și prejudecățile din țările lor, precum și fiecare greșeală din lagărul socialismului, ele au făcut tot ce le-a stat în putință pentru ca prieteniei să-i ia locul neîncrederea și ura. Ele au atîțat războiul rece, cu consecințele lui tragice din Grecia, Malaya, Indochina și Coreea. S-a dovedit însă că socialismul nu poate fi zdrobit prin nici o demonstrație de forță, iar riscului unui război atomic, nu erau toți pregătiți să-i facă față. În această perioadă, greutățile economice pe care războiul rece le-a provocat țărilor capitaliste, prezența tot mai hotărîtă a popoarelor din fostele țări coloniale în politica mondială, năzuința spre pace și dezarmare proclamată în întreaga lume au atenuat fie și numai parțial divizarea lumii în două lagăre. Amenințările au cedat locul tratativelor și există acum unele speranțe că am intrat într-o epocă de întrecere pașnică între cele două sisteme. Aceasta, la rîndul ei, s-ar putea transforma într-o epocă de colaborare, în care ambele lagăre, evoluînd sub influența mișcărilor populare din lume, ar ajunge la o mai bună înțelegere între ele.

Influența evenimentelor asupra științelor sociale în lumea capitalistă

Nu era cu puțință ca luptele pe tărâm economic, politic și militar să nu influențeze și științele sociale, oricât de academică ar fi fost orientarea lor. În orice caz, dat fiind caracterul de clasă al acestor lupte, mediul social și formația spirituală a intelectualității din țările capitaliste, influența respectivă s-a manifestat de cele mai multe ori printr-o deviere spre dreapta. Din momentul în care marxismul a triumfat într-o țară, devenind astfel un exemplu și o primejdie, reacțiunea și-a îndreptat toate eforturile împotriva lui. Deși intelectualii de la începutul secolului fuseseră formați în tradiția liberalismului, ei n-au putut rezista atacurilor unite ale politicienilor, presei și patronilor. Ei se frământau șovăind între două lealități, între ideile care-i atrăgeau și practică, între dorința de a fi apărători ai celor oprimați și străduința de a fi „buni cetățeni“. Aceasta și nu păcatul originar constituie adevărata sursă a anxietății și a sentimentului de vinovăție de care sînt cuprinși intelectualii care nu-și pot menține nestrămutată credința în popor.

În perioadele de eliberare, aproape toți intelectualii au fost antrenați într-o anumită măsură de valul stărilor de spirit populare, ca, de pildă, în perioada de reconstrucție de după primul război mondial sau de „New Deal“ în America. Dar, de îndată ce forțele populare ajungeau la strîmtoare și reacțiunea prindea putere, majoritatea intelectualilor se lăsau pradă dezamăgirii și pesimismului. De teamă de a nu fi învinuiți că ar fi tovarăși de drum cu comuniștii, unii dintre ei au ajuns să denatureze ideea de progres, mergînd pînă acolo încît să se îndoiască chiar și de posibilitatea realizării lui. Mulți dintre ei s-au simțit îndemnați să revină la certitudinile liniștitoare ale trecutului sau au preferat, în neputința de a schimba lumea reală ori de a împiedica transformarea ei într-un mod care nu le convenea, să se retragă în turnul lor de fildeș. Această reacție a intelectualității, spontană sau discret tutelată în Anglia, a fost obținută în Statele Unite printr-un întreg sistem de spionaj, prin legi și campanii de defăimare.

Declinul liberalismului

În aceste condiții nu este de mirare că în secolul al XX-lea caracteristica generală a gândirii sociale oficiale în lumea capitalistă este pesimismul, mult mai accentuat chiar decît în ultimul pătrar al secolului al XIX-lea. Această gândire a reușit destul de bine să submineze credința și dorința de acțiune, pierzînd orice capacitate de a însufleți. Aceasta nu

pentru că s-ar fi subapreciat entuziasmul ca atare. În predici și discursuri se insistă neîncetat asupra necesității ca lumea „liberă” (capitalistă) să aibă un ideal pe care să-l opună comuniștilor, care, chiar dacă sînt conduși pe căi greșite, par a avea un ideal pentru care trăiesc. Pînă în ziua de astăzi însă nu a fost găsit acest ideal însuflețitor. Caracterul concepției oficiale autorizate rămîne în fond apologetic și defensiv.

Ne găsim din acest punct de vedere în fața unui paradox : într-o perioadă care se caracterizează prin progresul și eliberarea popoarelor, teoriile despre societate sînt statice sau retrograde. Vechea reprezentare liberală a lumii din secolul al XIX-lea s-a spulberat în secolul al XX-lea, cînd s-a constatat ineficacitatea ei în practica socială ; este adevărat că în unele țări ea s-a menținut mai mult decît în altele. În locul ei și potrivit situației din diferitele țări au apărut o serie de alte concepții, de la cele social-democrate pînă la fascism. În paragrafele următoare vom examina cîteva dintre evenimentele sociale care au avut loc după adîncile schimbări sociale aduse de primul război mondial și de revoluția rusă.

Situația din America

În Statele Unite, marea țară „îmbogățită” după experiența tulburătoare a războiului din anii 1917—1918, purtat la mare depărtare, lozinca predominantă a fost „reîntoarcerea la normal”. Încrederea în eficiența concurenței și în valorile individualismului necruțător reușea să ascundă destul de bine creșterea nestăvilită a marilor corporații ; cel puțin așa s-a întîmplat pînă ce marea criză economică din 1929—1932 a impus o nouă orientare („New Deal”). Incapacitatea vădită a capitalismului de a-și menține mult lăudata prosperitate, incapacitate ce nu putea fi atribuită vreunei cauze exterioare, precum și nevoia unor măsuri imediate pentru rezolvarea problemei șomajului de mari proporții au favorizat gîndirea progresistă și au inspirat chiar cîteva acțiuni, ca sindicalizarea muncitorilor industriali și realizarea proiectului referitor la Valea Tennessee (p. 689). Concepția „New Deal”-ului era însă prea legată de măsuri temporare de îndreptare a situației pentru a putea căuta cauzele reale ale crizei economice. S-a menținut și mai departe dominația capitalismului liberal, atenuat doar prin măsurile de ajutorare a victimelor celor mai greu lovite de instabilitatea economică. Promotorii „New Deal”-ului, inclusiv marele lor lider Franklin Delano Roosevelt, se eschivau de la orice analiză serioasă a situației economice care ar fi putut duce la o critică a bazelor ei, a capitalismului. Ei n-au izbutit să elaboreze un program fun-

damental care să le asigure sprijinul maselor în vederea menținerii și lărgirii mișcării liberale pe care o inițiaseră. Din această cauză ei n-au fost în măsură să împiedice înviorarea concepțiilor și practicilor capitaliste de cea mai pură speță de îndată ce situația pieței s-a îmbunătățit. Cu excepția unui scurt intermezzo în timpul celui de-al doilea război mondial, Statele Unite au căzut din ce în ce mai adânc în mlaștina reacțiunii și obscurantismului, cu multe caracteristici fasciste, dar mult mai bine ascunse, datorită ipocriziei, decât a reușit vreodată s-o facă Hitler și mișcarea nazistă.

Cu timpul însă, războiul prelungit și fără perspective din Coreea și aversiunea față de abuzurile maccarthismului au slăbit sensibil pozițiile reacțiunii în Statele Unite; pe de altă parte, posibilitățile de lărgire a comerțului pe care le oferă coexistența pașnică fac tot mai mult din aceasta o alternativă mai promițătoare decât războiul rece. Există unele indicii că Statele Unite ar putea să revină la rolul pe care l-au avut pe timpul președintelui Roosevelt.

Reacțiunea și fascismul în țările „sărăcite”

În țările „sărăcite”, mișcări de acest fel au luat naștere mai devreme, deoarece în aceste țări — în Italia după criza economică din 1921, iar în Germania după marea criză economică — atitudinea poporului nu-i mai îngăduia capitalismului să-și mențină puterea prin mijloace democratice. Singura alternativă, îmbrățișată fără rezerve de marii capitaliști, era acapararea puterii de către grupări în care se puteau încrede. Puterea a fost acaparată — prin violență și cu îngăduința autorităților în Italia sau pe cale constituțională în Germania — de către bande de nemulțumiți care au speculat mizeria maselor și dezamăgirea micii burghezii și care erau finanțate de marile trusturi. Acest eveniment este important, dar în sens negativ, deoarece marchează abandonarea fățișă a formelor liberale cu care capitalismul prosper din trecut își camufla dominația. Ideologia fascismului și nazismului n-a reprezentat altceva decât o îmbinare a urii de rasă cu proslăvirea războiului, exploatând toate prejudecățile vechi și făcând cât mai puțin apel la rațiune.^{6.128a} Deși în ultimul război forțele active ale nazismului și fascismului, cu excepția Spaniei, au fost distruse, ideile fasciste mai exercită încă o influență puternică și s-au răspândit departe dincolo de hotarele Germaniei și ale Italiei. Într-o formă sau alta, ele reprezintă și acum ultimul refugiu al adepților capitalismului, singurul mijloc prin care ei speră să țină piept, fie și numai pentru câțva timp, victoriei socialismului.

Social-democrația și laborismul

Numai în țările cât de cât prospere, în special în Marea Britanie, care continua să rămână cea mai mare putere imperialistă, și în mai mică măsură în Belgia, Olanda și țările scandinave a fost cu puțință ca șocul produs de dezastrul economic să fie amortizat, cel puțin în ce privește burghezia și muncitorii calificați, prin profiturile stoarse direct sau indirect din exploatarea colonială. Aceasta a îngăduit o evoluție a liberalismului spre o variantă a socialismului mult mai moderată chiar decât cea propusă de fabieni (p. 775). Forța care a stimulat această evoluție a fost presiunea exercitată de combativitatea crescândă a clasei muncitoare. Această combativitate se făcuse simțită încă în frământările din anii care au precedat primul război mondial și a luat avânt mai târziu în urma exemplului dat de Revoluția rusă din Octombrie. În vremurile agitate de după primul război mondial, pentru a o stăvili au fost necesare eforturile comune ale reacțiunii extreme și ale liderilor social-democrați cu acțiunile lor de frînare a mișcării muncitorești.

În Marea Britanie, unde clasa muncitoare era cel mai bine organizată în sindicate, năzuința spre înfăptuirea unei orînduiri sociale cu o repartiție a bunurilor echitabilă pentru toată lumea a durat mai mult decât în alte țări. Ea a fost slăbită, dar nu și distrusă, de trădarea grevei generale din 1926 și a supraviețuit falimentului a patru guverne laburiste. În orice caz, experiența din ultimii 40 de ani a dus în Anglia și, în mult mai mare măsură, în Franța — care în această privință se află mai degrabă în situația unei țări „sărăcite” — la pierderea treptată a încrederii într-un progres în cadrul liberalismului, adică în posibilitatea unui progres social atîta timp cît se menține economia bazată pe profit. În rîndurile micii burghezii, multora li se părea că nu mai există nici o perspectivă pentru un viitor mai bun. Tot ce puteau nădăjdui era menținerea pe încă cîtva timp a condițiilor suportabile în care se găseau. Impulsul spre schimbări venea în primul rînd din cercurile laburiste de stînga.

Năzuințele popoarelor coloniale și revolta lor

Rămîne să mai vorbim despre evoluția concepțiilor sociale în rîndurile a trei pături din populația lumii: sutele de milioane de oameni din Asia, Africa și America Latină, care au trăit în cea mai mare parte a acestei perioade sub regimuri coloniale sau semicoloniale. Pentru prima oară în istoria modernă, aceste popoare începeau să aducă o importantă contribuție la cultura și politica mondială. Pretutindeni ele se răscu-

lau sau erau gata să se răscoale. La început, răscoalele au putut fi înăbușite cu ușurință, dar mai târziu o țară după alta — India, Birmania, Indonezia, Indochina, Egiptul, alte țări din Africa — și-a cucerit un anumit grad de independență națională. După cum era și firesc, la început, în rândurile popoarelor coloniale și în China, care, fără a fi colonie, a fost lăsată timp de un secol la bunul plac al unor puteri imperialiste străine, au predominat ideile liberale și naționaliste ale secolului al XIX-lea. Mișcarea s-a limitat mai întâi la păturile de mijloc. Dar pe măsură ce vremea trecea, și mai ales în timpul și după al doilea război mondial, mișcarea a cuprins treptat întregul popor: pe țărani și pe muncitori. Poporul cerea tot mai insistent o economie planificată și realizarea dreptății sociale.

Spre deosebire de lumea capitalistă, dezamăgită și decadentă, în aceste țări înapoiate exista o încredere fermă într-o viață mai bună, fie și numai datorită faptului că pentru majoritatea acestor oameni nimic nu putea fi mai rău decât situația în care trăiau. Și aici exemplul popoarelor sovietice, în special al celor din republicile asiatice, și, mai recent, exemplul poporului chinez au avut o puternică înfrîurire. Într-adevăr, multe dintre aceste popoare, pornind de la un nivel material egal sau inferior celui din țările coloniale, și-au construit prin propriile lor eforturi o civilizație industrială înaintată, fără a-și fi pierdut cultura lor națională.

Pe de altă parte, asupra colonială a devenit și mai cruntă mai ales după cel de-al doilea război mondial, deoarece sfera ei s-a restrîns, iar dreptul la asupra popoarelor coloniale este contestat cu tot mai mult curaj și cu tot mai mare succes. În Indochina, o putere europeană a dus timp de opt ani un război colonial bogat în înfrîngeri și sărac în succese, pe care guvernul Statelor Unite a încercat din răspuseri să-l transforme într-un nou război mondial. În Malaya, Kenia și Algeria, în ciuda folosirii tuturor mijloacelor de represiune vechi și moderne — deportări în masă, lagăre de concentrare, cruzimi premeditate, spionaj, unități de parașutiști, elicoptere și arme bacteriologice —, forțele militare n-au reușit să stingă scînteile revoluției. În Africa de sud, asupra rasială, mai brutală decât oricînd, șovăie în fața împotrivirii economice și morale care reunește pentru prima oară în istorie pe asiatici și africanii lipsiți de drepturi. În America Latină, regimurile instalate și sprijinite de diplomația dolarului sînt cît se poate de neștabile, iar revendicarea unei adevărate independențe economice și politice devine tot mai greu de înăbușit, cu toate că imperialiștii nu cruță nici un efort în această direcție, așa cum a dovedit-o Guatemala.

Este neîndoielnic că marea mișcare a popoarelor asuprite și disprețuite în trecut este în plină desfășurare pe tot globul. După 30 de ani de luptă, China și-a creat în sfârșit un stat puternic, nou, care s-a eliberat de sub dominația imperialistă (p. 858). Pe măsură ce mișcarea de independență din țările coloniale înregistrează mereu noi succese, trebuie să ne așteptăm la însemnate contribuții din partea noilor țări în domeniul științelor sociale. Nevoia unei astfel de contribuții este acut resimțită, deoarece științele sociale au fost îmbibate secole de-a rîndul de mentalitatea sclavagistă a unor pretinse rase de stăpîni.

13. 1. Caracteristica generală a gîndirii sociale în secolul al XX-lea

Cu toată varietatea de influențe manifestate după 1917 în diferitele țări în cursul diferitelor faze ale dezvoltării economice și politice, întreaga această perioadă este străbătută de un element comun de luptă. În tot acest răstimp s-a desfășurat o luptă neîncetată a claselor de jos răzvrătite și a naționalităților oprimate împotriva claselor dominante din marile țări capitaliste industriale. În această luptă, în ciuda a numeroase momente de insucces, noile forțe par să dobîndească preponderența. Pretutindeni victoria popoarelor care a pus capăt dominației celor bogați, mai întîi în Rusia, apoi în China și în alte țări, rămîne un fapt istoric de necontestat, care a trezit nădejdi și însuflețește popoarele din tot restul lumii.

Dacă însă ne întoarcem privirile de la simțămintele maselor populare la opiniile exprimate de intelectuali, în primul rînd de oamenii de știință din lumea capitalistă specializați în științele sociale, situația nu mai apare atît de simplă. Aceștia au trăit în tot cursul perioadei respective, și în special în faza înăbușitoare a războiului rece, sub o considerabilă presiune, directă și indirectă, care urmărea să-i constrîngă să renege orice concepție despre eliberarea popoarelor, să reziste oricăror tentative care ar putea duce la comunism și să se ralieze apărătorilor capitalismului sub actuala firmă, mai atractivă, a „lumii libere“, „democrației“ sau „civilizației creștine occidentale“. Nu-i silește nimeni, firește, să creadă în așa ceva, dar aproape tot ce îi înconjură — cărțile, filmele, radioul — îi determină să meargă în această direcție, iar pentru ei este mult mai comod din punct de vedere spiritual și material să ajungă ei înșiși să accepte valorile dominante.

Orice intelectual dorește, fără îndoială, să-și poată desfășura munca preferată, să poată publica nestingerit rezultatele cercetărilor sale și să dobîndească o oarecare recunoaș-

tere a meritelor sale. Iar în ultimă instanță sau înainte de toate el trebuie să trăiască. Un post bun și sigur, contracte cu societățile de radiodifuziune, drepturi de autor pentru publicații sau filme, călătorii agreabile în străinătate, toate acestea reprezintă, dacă nu necesități absolute, elemente esențiale ale unei vieți plăcute. Dacă cineva nutrește în mod firesc, datorită originii sale sociale și educației primite, concepții care-i înlesnesc dobândirea acestor lucruri, cu atât mai bine ; în caz contrar este foarte tentant să și le însușească. Când toate sursele de venituri și posibilitățile de a repurta succese de public se află în mâinile guvernului sau ale marii finanțe, o luare de atitudine împotriva lor reprezintă o acțiune lipsită de orice șansă, chiar dacă nu în toate țările există asemenea mijloace eficiente de presiune cum sînt campaniile de împrow-care cu noroi și traducerea în fața comisiilor de anchetă, care în Statele Unite distrug definitiv cariera oricui se abate de la calea americanismului leal.

Cunoașterea acestor alternative presupune o luptă chinuitoare, căreia puțini îi pot face față ; într-adevăr, alegerea cu bună-știință a confortului și onorurilor cu prețul integrității conștiinței se poate dovedi cu neputință de suportat, otrăvind orice bucurie. Este deci mult mai comod să eviți această alegere, convingîndu-te — ceea ce nu-i prea greu — că tocmai calea ușoară este și cea justă. Pentru a rămîne cu conștiința împăcată este suficient să folosești tot ce se găsește — și ți se oferă din belșug — pentru a discredita comunismul și orice s-ar putea închipui că duce la comunism. În felul acesta, laturile negative ale sistemului capitalist pot fi justificate, ba chiar acceptate, de vreme ce alternativa apare mult mai grea. Acestea sînt cauzele care au făcut ca în secolul al XX-lea, un secol de important progres general, gîndirea socială din sferele intelectuale ale lumii „libere“ să încline tot mai mult spre obscurantism și concepții reacționare.

Iluzii, ipocrizie, brutalitate, deznădejde

Gîndirea socială a secolului al XX-lea oscilează între extrema *iluziilor* și *ipocriziei*, pe de o parte și extrema *brutalității* și *deznădejdii*, pe de altă parte. Pe măsură ce timpul trecea, nu mai putea fi menținut nici măcar acel limitat grad de consecvență la care ajunsese liberalismul inițiativei libere în secolul al XIX-lea. La baza acestui faliment se afla o contradicție fundamentală. Fie că menținerea la infinit a sistemului capitalist trebuia să fie justificată pe temeuri raționale și etice, în spiritul tradiției liberale în care capitalismul luase ființă, fie că el trebuia să fie susținut prin forță, recurgîndu-se la sancțiuni mitice sau religioase, care negau de fapt înseși

valorile pe baza cărora luase ființă. Ori de câte ori situația devenea foarte critică, justificarea capitalismului se dovedea deosebit de grea în fața falimentului său vădit și a constatării existenței unei alternative : socialismul. În aceste condiții era necesar să se recurgă la forță și la înșelăciune, dar astfel se submina întreaga bază morală a capitalismului. Folosirea nedisimulată a forței brutale și cinice a fost soluția fascistă. Prăbușirea fascismului a arătat că înșelăciunea rafinată reprezintă un scut mult mai sigur pentru capitalism, mai ales când în slujba ei e pus întregul aparat modern de propagandă : presa, cinematograful, radioul și televiziunea, care se află pretutindeni în mîna marelui capital sau a reprezentanților lui.

Domnia iluziilor

Mecanismul democrației a servit destul de bine în regimul capitalist pentru menținerea la putere, aproape pe cale ereditară, a unei minorități, fie în forma aparent corectă practică în Anglia, fie prin metodele fătis corupte și înșelătoare, folosite în politica americană sau franceză. „Democrația“, așa cum a fost definită de Bagehot în cartea sa despre „Constituția engleză“, „este metoda de a da poporului cea mai mare iluzie a puterii, lăsîndu-l să dețină în realitate o cît mai infimă parte din ea“. ^{6.125} În Statele Unite, salariile relativ mari și starea de înapoiere politică în care muncitorii sînt menținuți cu toată grija, împreună cu un sistem electoral corupt, imun împotriva oricărui progres, a îngăduit să înflorească timp de mulți ani o versiune iluzorie a filozofiei liberale a liberii inițiative. Dar chiar și aici ea a trebuit să fie consolidată prin campanii anticomuniste și prin verificarea lealității, avînd drept scop să înfiereze drept trădare orice opoziție față de dominația eternă a capitalismului.

„Statul bunăstării generale“

În Marea Britanie, unde clasa muncitoare luase ființă mai înainte decît în orice altă parte a lumii moderne, ea avea mai multă experiență politică. Încă în deceniul al patrulea ea a pierdut aproape toate avantajele de care se bucurase datorită faptului că Marea Britanie fusese atelierul industrial al lumii. Muncitorii din Marea Britanie nu mai puteau fi ținuți în frîu prin iluzia liberalismului ; năzuințele lor au fost satisfăcute un timp, oferindu-li-se idealul unui socialism evolutiv sau unui stat al bunăstării generale, care avea să se dovedească însă în perioada războiului rece o iluzie la fel de amăgitoare, deși mult mai subtilă. Masele populare puteau să se lege și mai departe în iluzia că se află pe calea spre o lume nouă, a păcii

și dreptății sociale, în timp ce persoanele investite cu autoritate și influență avuseseră grijă ca totul să continue așa cum era. Drept justificare a lipsei de progres, aceste persoane indicau stăruitor necesitatea consolidării și prudenței pentru a nu se primejdui ceea ce se câștigase. Ideologia social-democrației reformiste, în special în forma „laburismului” britanic — amestec de fabianism și trade-unionism de dreapta (p. 785) —, nu cerea în nici un caz o critică fundamentală a orînduirii capitaliste și respingea cu tărie ideea oricărei schimbări radicale care ar putea fi numită revoluționară. Era mult mai comod să se creadă sau cel puțin să se pretindă a se crede că statul bunăstării generale a și fost realizat sau, chiar dacă nu a fost întru totul realizat, va fi curînd, cu condiția ca „cei mai puțin privilegiați” să dea dovadă de răbdare și reținere.

Ideea unui stat al bunăstării generale care să asigure tuturor satisfacerea nevoilor fundamentale ale vieții, să ocrotească sănătatea poporului și să ofere fiecăruia toate posibilitățile de instrucțiune a reprezentat năzuința a generații întregi de oameni ai muncii. În 1945, cînd aceștia au adus la putere partidul laburist, ei au urmărit în mare măsură tocmai realizarea unui astfel de stat. Era un obiectiv demn de lupta clasei muncitoare, cum se vede destul de bine și din îndrîjirea cu care a fost atacat de reacționari. Realitatea s-a dovedit însă cu totul diferită de ideal. În ceea ce privește Marea Britanie, de pildă, statul-părinte bun, care poartă de grijă și ocrotește pe toți fiii și fiicele sale din leagăn și pînă în mormînt, este un mit. Suma totală alocată în buget pentru serviciile sociale se ridică abia la 10% din venitul național anual, aproximativ 25 de lire sterline pe cap de locuitor, ceea ce reprezintă numai trei pînă la patru din cheltuielile pentru înarmare suportate de fiecare cetățean britanic. Pentru serviciile sociale de care beneficiază, muncitorii plătesc ei înșiși sub formă de impozite 10 lire sterline pe an; cît despre rest, banii sînt în mare măsură furnizați tot de ei sub forma impozitelor indirecte. Calitatea necorespunzătoare a serviciilor sociale, școlile supraaglomerate, lipsa unor centre de ocrotire a sănătății, alocațiile de mizerie acordate pensionarilor, toate acestea seamănă mai curînd cu activitatea unei societăți de binefacere în luptă cu greutăți financiare decît cu aceea a unui popor suveran care-și împarte în mod echitabil averea între cetățenii săi.

Pe planul producției, socialismul statului bunăstării generale a fost diluat pînă într-atîta, încît a devenit de nerecunoscut. Au fost naționalizate tocmai acele ramuri ale industriei care nu mai erau rentabile. Ele sînt conduse în așa fel, încît să furnizeze materii prime și servicii la un preț cît mai redus, constituind practic un fel de subvenție acordată de către stat ramurilor rentabile ale industriei, rămase ferm în mîinile parti-

cularilor. ^{6.155a} Conducerea industriei naționalizate se află și astăzi, în ciuda tuturor discuțiilor din trecut despre controlul muncitoresc, în mâinile vechii clase conducătoare. Nu este de mirare că în decurs de șase ani entuziasmul cu care fusese salutat statul bunăstării generale s-a evaporat în suficientă măsură pentru a îngădui revenirea la putere a unui guvern conservator. Acest guvern s-a menținut la putere și a fost chiar reales, nu atât pentru că era un apărător al statului bunăstării generale, cât pentru că preconiza *folosirea deplină a brațelor de muncă*. Folosirea deplină a brațelor de muncă reprezintă o iluzie și mai subtilă. Nu încapе îndoială că în cea mai mare parte a primilor 11 ani care au trecut de la sfîrșitul războiului am fost martori ai folosirii depline a brațelor de muncă. Se susține că aceasta ar fi rezultatul aplicării teoriilor economice ale lui Keynes (p. 810) în legătură cu preîntîmpinarea repetării crizelor economice (partidele laburist și conservator își dispută meritul acestei realizări), dar s-ar putea prea bine să se fi datorat unui concurs fericit de împrejurări economice externe. De altfel, în actuala perioadă de „prisosință“, această situație pare a da semne că se apropie de sfîrșit. O dată cu ea s-ar putea să dispară și o altă iluzie, aceea a stabilității sistemului capitalist. În orice caz, avantajele folosirii depline a brațelor de muncă nu au fost chiar atât de mari pe cît păreau a fi. În conformitate cu formula lui Keynes, ele au fost atât de bine compensate prin creșterea prețurilor, încît o mare parte dintre muncitorii industriali au fost nevoiți să-și asigure minimul de trai prin muncă suplimentară sistematică, renunțînd astfel la toate cuceririle obținute în lupta pentru reducerea zilei de muncă.

Iluzia nu constă însă în credința că este posibilă realizarea unui stat al bunăstării generale sau a folosirii depline a brațelor de muncă, ci în credința că acestea pot fi dobîndite, în pofida împotrivirii capitaliștilor, și într-o luptă tot atât de puțin energică ca și aceea purtată pînă în prezent de partidul laburist. Căci, în ciuda tuturor lipsurilor care caracterizează realizările de pînă acum, idealul unui stat al bunăstării generale și sentimentul puterii pe care acest ideal îl inspiră poporului reprezintă, în ultimă instanță, o forță politică irezistibilă. De îndată ce poporul se va lumina prin învățămintele trase din propria sa luptă și va înțelege ce are de făcut, el va fi capabil să transforme iluzia în realitate. Democrația economică cere ca guvernul ales să controleze toate ramurile principale ale industriei și instituțiile de bază și ca situația privilegiată a actualelor clase avute să fie pentru totdeauna lichidată. Abia atunci va fi cu putință ca toate resursele materiale și umane ale țării să fie folosite în interesul poporului.

Ipocrizia

Este greu să se facă o delimitare între iluziile întreținute cu bună credință și ipocrizia de rea-credință. Iluziile sînt menite să împace poporul cu capitalismul, făcîndu-l să creadă că acest sistem poate fi îmbunătățit sau chiar a și fost îmbunătățit în asemenea măsură, încît nici nu mai poate fi recunoscut, ceea ce s-ar putea deduce din publicațiile oficiale ale partidului laburist. 8.37a; 8.37b; 8.37c Ipocrizia este menită să acopere viciile capitalismului îndărătul unor fraze pompoase. Una dintre căile cele mai eficace de a abate atenția de la nevoile prezentului și neliniștea provocată de ele constă în a le înfățișa ca necazuri mult mai mici în comparație cu celălalt regim, care ar face ca totul să meargă mult mai rău. Propaganda anticomunistă a slujit ani de-a rîndul acestui scop, dar niciodată cu atîta eficacitate ca în primii ani ai războiului rece.

Între anii 1917 și 1947 s-a produs o schimbare totală în frazeologia pentru atacarea comunismului sau justificarea capitalismului folosită de aparatul de influențare a maselor. La început, campania era dusă în numele apărării proprietății, ordinii și tradiției, făcîndu-se apel la oamenii de bună-credință să se ridice împotriva „revoluției roșii“, „anarhiei“ și „violenței“; acum aceleași ziare cer zdrobirea „totalitarismului“, a „statului polițienesc“ și a „imperialismului roșu“, în numele apărării „libertății“ și a „instituțiilor libere“. Ca un tribut pe care viciul îl plătește virtuții, această ipocrită schimbare demonstrează creșterea uriașă a forțelor populare și părăsirea vechilor poziții reacționare. Oamenii care niciodată nu s-au împotrivit naziștilor, ba chiar i-au ajutat deseori, folosesc cu mare iscusință dezgustul și ura pe care și le-au atras naziștii. Ei atribuie acum toate păcatele naziștilor singurului guvern și popor care i-au înfruntat cu hotărîre și consecvență.

Chiar dacă criticile aduse guvernării sovietice din ultimii ani ai vieții lui Stalin au fost întemeiate, ele n-au constituit niciodată la cei ce vociferau cel mai tare adevărata cauză a dușmăniei lor; aceasta se vede și din faptul că ei au continuat campania lor și după ce relele de care se plîngeau fuseseră înlăturate. Această ipocrizie a atins culmea în timpul războiului rece, îndeosebi cînd China a fost citată în fața O.N.U. ca stat agresor în Coreea.

Acestea sînt însă doar cîteva exemple ale ipocriziei fundamentale din zilele noastre, în care cei bogați și privilegiați, fără a ceda o iotă din avantajele lor, pozează, și de cele mai multe ori cu succes, în adevărați prieteni și campioni ai năzuințelor acelor oameni din a căror exploatare și-au dobîndit osînză. Nu este de mirare, așadar, că în viața politică cuvinte ca „democrație“, „securitate“, „apărare“ și „pace“ au pierdut

aproape cu totul adevărata lor semnificație. Această metodă de inducere în eroare a luat pentru prima dată proporții masive în cursul primului război mondial. Domnii care realizau profituri uriașe și priveau cu dispreț poporul susțineau că acest război este chemat să pună capăt tuturor războaielor și să asigure democrația pe tot globul. De îndată ce s-a constatat că aceste fraze frumoase sînt goale de conținut, idealismul din timpul războiului a cedat locul unui cinism general, care a deschis calea fascismului.

Domnia brutalității : nazismul și ceea ce a urmat

După primul război mondial a devenit încetul cu încetul evident că în cadrul regimului capitalist nu există perspective de a se ajunge la o prosperitate generală, ci doar la bunăstarea unei minorități privilegiate. Acest lucru a fost înțeles mai întâi în țările capitaliste mai puțin avute, care fuseseră înfrînte în război, apoi și în celelalte și, în sfîrșit, o dată cu izbucnirea marii crize economice, chiar și în Statele Unite. Pe măsură ce se ajungea la înțelegerea acestui adevăr, tot mai mulți oameni, în special din mica burghezie și cei ce năzuiau să facă parte din ea, începeau să-și plece urechea la propaganda desfășurată de niște oameni violenți, ignoranți și fără scrupule care pretindeau că o anumită rasă sau cultură este îndreptățită să stăpînească lumea prin forță. Ne-am obișnuit să asociem această ideologie a disprețului brutal față de rațiune, morală, dreptate și democrație, mai întâi cu fascismul italian, apoi cu nazismul german, produsul politic al primei și celei de-a doua crize mondiale. În realitate, ea are o mult mai largă răspîndire, constituind un simptom al descompunerii capitalismului, care își dă seama de pieirea sa, și manifestîndu-se sub numeroase forme, printre care antisemitismul și discriminarea față de popoarele de culoare sînt doar cele mai evidente. ^{6.128a}

Brutalitatea și exploatarea au fost întotdeauna atribute ale capitalismului, dar ele erau ascunse în mod obișnuit îndărătul unui paravan de democrație liberală. Ieșirea lor la suprafață era un indiciu că acum capitaliștii considerau liberalismul și democrația drept un lux pe care nu și-l mai puteau îngădui. Adevărații inspiratori ai fascismului și nazismului, marii bancheri și industriași din Italia și Germania, nu se deosebeau cu nimic de confrății lor din Statele Unite, Marea Britanie și Franța ; aceștia au și colaborat strîns cu ei pînă în 1939 și chiar după aceea, deoarece sperau că vor putea împinge forțele naziste împotriva Uniunii Sovietice. ^{6.179b} În prezent ei se laudă că în tot timpul războiului n-au abandonat nici o clipă această nădejde, ci au păstrat-o cu grijă pentru

ziua cînd se vor putea alia din nou, cu aceiași germani, întru apărarea „civilizației occidentale“.

Evenimentele au dovedit totuși că brutalitatea în forma ei cea mai cinică, nazistă, nu constituie, de fapt, soluția dorită. Dimpotrivă, ea a provocat în rîndul popoarelor din întreaga lume o atît de puternică opoziție, încît, atunci cînd statul nazist a fost zdrobit în cel de-al doilea război mondial prin uriașe sacrificii și datorită puterii Uniunii Sovietice, a existat primejdia ca prăbușirea lui să zguduie din temelii sistemul capitalist, cel puțin în Europa. În Asia, înfrîngerea imperialismului japonez a avut într-adevăr acest efect aproape în fiecare țară care s-a aflat sub ocupație japoneză.

Doctrina păcii de pe poziții de forță

Totuși, condițiile care au dus la barbaria nazistă mai persistă încă și continuă, într-o altă formă, să acționeze cu tărie. Învăluită în ipocrizie și susținută de o uriașă mașină de propagandă, vechea idee a salvării prin violență a fost reînviată. Obiectivul real rămîne neschimbat : acela de a restabili dominația mondială a marelui capital cu sprijinul unei forțe militare covârșitoare, înarmată cu ajutorul uriașului potențial tehnic al Statelor Unite. În acest scop este dezvoltată cu febrilitate tehnica cea mai avansată a războiului : arma bacteriologică, bomba atomică și bomba cu hidrogen. Ideea este aceeași : dominația prin distrugere, indiferent dacă este realizată în numele „rasci de stăpîni“ sau în numele „civilizației occidentale“, „democrației“ ori „lumii libere“. Faptul că aceasta nu este o simplă amenințare ni l-au arătat distrugerile groaznice și absurde din Coreea sub pretextul rezistenței la agresiune, precum și represioanele din Kenia, Cipru și Algeria.

Politica brutalității se bazează în mare parte pe apelul la agresivitate, egoism sau frică. Ea nu are ce oferi nou științei sociale. Este, în esență, o mișcare antiintelectuală, lipsită de scrupule, care merge rapid spre cultivarea ignoranței, folosind *comics-urile*, cinematograful și televiziunea comercializate pentru a face apologia bestialității, sadismului și asasinatului comis cu metode științifice. Pentru justificare, invocă anumite tradiții și se bazează pe o religie sentimentală și obscurantistă. În domeniul religiei, elementele cele mai reacționare ale bisericii catolice au făcut din doctrina anti-comunismului obiectivul unei noi cruciade, în care totul este îngăduit dacă ajută la distrugerea diavolului.

Pe plan științific, fondul de idei al fascismului — inclusiv rasismul și antisemitismul — a reușit să supraviețuiască înfrîngerii lui Hitler. Deși în forma sa brutală a fost discreditat,

acest fond de idei a prins o nouă viață în teoriile neomalthusianismului, despre care am vorbit mai înainte (p. 693). Pornind de la ideea suprapopulării planetei noastre, se încearcă să se justifice teza potrivit căreia popoarele nedezvoltate, care prin simpla lor existență amenință pe urmașii mai norocoși ai „civilizației occidentale“, trebuie ținute în frâu, lăsate să moară de boli sau cel puțin împiedicate să se înmulțească. 6.123

Filozofia deznădejdei

Au existat totuși în țările capitaliste mulți oameni, mai ales în rîndurile intelectualilor, care gîndeau prea lucid pentru a putea accepta iluziile liberalismului și social-democrației și în același timp erau prea umani pentru a fi atrași de teoriile brutalității și distrugerii. Sub presiunea tragicelor evenimente ale secolului nostru, unii dintre ei — o mică minoritate în unele țări, un număr mai important în altele — au rupt complet cu sistemul în care nu mai aveau nici o nădejde și s-au alăturat luptei împotriva lui. Celor care n-au avut nici dorința nici curajul de a face aceasta, nu le-a mai rămas decît izolarea de lumea acțiunii și adoptarea unei atitudini de deznădejde cinică sau melancolică, așa cum s-a întîmplat și cu predecesorii lor din vremea prăbușirii Imperiului roman. Această tendință de evadare din realitate s-a accentuat mai ales în timpul și după cel de-al doilea război mondial. În forma ei cea mai simplă, ea se rezuma la cufundarea în munca științifică sau artistică, însoțită de ignorarea tot mai deliberată a evenimentelor politice și de evitarea oricărei activități politice. În cazurile extreme ea a dus la abandonarea întregului progres spiritual al Renașterii, care pusese un asemenea accent pe perspectivele nelimitate ale omenirii, și la o reîntoarcere la misticismul medieval sau oriental (p. 222), iar uneori la un amestec hibrid al acestor două misticisme.¹⁻³⁰ În unele dintre aspectele sale, *existențialismul*, cu accentul pe care-l pune pe sentimentul de vinovăție și de neliniște, exprimă și el latura mai mult intelectuală a filozofiei deznădejdei. Totuși, existențialismul conține, în special la principalul ei protagonist, Sartre, și un alt element provenit din mișcarea de rezistență : *angajarea* sau participarea personală, care i-ar putea iarăși conferi un conținut pozitiv.

„Civilizația creștină occidentală“

Dintre toate concepțiile reacționare care au înflorit după cel de-al doilea război mondial, ideea „civilizației creștine occidentale“ este cea mai ingenioasă, mai plauzibilă și mai

primejdioasă. Asemenea Sfintei Alianțe din 1815, a cărei copie modernă este, dar diferită de brutală axă anticomintern, cu toate că urmărește exact aceleași scopuri, ea manifestă o înclinare spre respectabilitate, religie și tradiție. Eticheta „occidentală” lasă să se subînțeleagă caracterul ei modern, precum și „superioritatea” ei față de popoarele asiatice sau alte „seminții inferioare”.

Cercetată din punct de vedere istoric sau social, nici această concepție nu rezistă analizei. În ciuda eforturilor unor specialiști de renume mondial în domeniul istoriei, ca Toynbee^{1.20} și Spengler,^{6.172} cu ciclurile lor mitice, identificarea reală a „civilizației creștine occidentale” cu capitalismul monopolist, și mai ales cu Wall Street-ul, nu poate fi serios contestată. Fără îndoială că intelectualii care participă la această mare acțiune știu prea bine cine plătește cheltuielile. Totuși, ca centru de raliere în vederea unei cruciade împotriva comunismului, flamura „civilizației creștine occidentale”, prezintă unele avantaje și astăzi. Ea poate acoperi pe aliații cei mai compromiși, de la Franco pînă la Li Sîn Man. Iar dacă este vorba de o cauză atît de „nobilă”, cine ar putea să-și mai facă scrupule din cauza folosirii unor arme atît de „necesare” și „juste” ca bomba cu hidrogen — acest mare mijloc de înspăimîntare —, chiar dacă aceasta ar însemna exterminarea unei jumătăți din populația lumii, inclusiv întreaga populație a neprețuitei Europe?

Din acest singur, dar concludent exemplu, putem vedea că tendințele spre iluzii și ipocrizie, brutalitatea și deznădejdea nu pot fi net delimitate. Una trece pe nesimțite în alta, dar toate sînt simptome, mai mult sau mai puțin conștient recunoscute, ale incapacității de a da un răspuns pozitiv și constructiv la problemele ridicate de transformările sociale din vremea noastră. Toate pornesc dintr-un atașament instinctiv, dar nicidecum dezinteresat, față de avantajele pe care societatea împărțită în clase le poate oferi celor care vor și sînt în stare să tragă foloase din ea. Toate aceste tendințe au la bază un dispreț profund pentru oamenii de rînd sau, în cel mai bun caz, o lipsă de încredere în capacitatea lor de a construi, prin propriile lor forțe, o viață nouă.

Expunerea sumară pe care am făcut-o în paragrafele precedente are drept scop să schițeze cadrul general în care s-au dezvoltat științele sociale în lumea capitalistă în ultimii 40 de ani. Presiunea exercitată de evenimente asupra indivizilor și instituțiilor explică în mare măsură de ce științele sociale, departe de a se îndrepta spre o nouă sinteză, prezintă numeroase tendințe confuze, incoerente și deseori retrograde.

13. 2. Științele sociale în lumea capitalistă

Orice studiu critic asupra situației actuale în domeniul științelor sociale ar arăta foarte limpede descompunerea progresivă a acestor științe datorită atmosferei spirituale și sociale a capitalismului. Este adevărat că interesul pentru științele sociale a crescut simțitor și că pentru promovarea lor s-au cheltuit fonduri mult mai mari decât în trecut, deși destul de reduse în comparație cu ceea ce s-a cheltuit pentru științele naturii. Au fost angajați în activitatea de cercetări pe tărîmul științelor sociale sute de specialiști serioși și, în cea mai mare parte, sinceri și bine intenționați. Cu toate că s-a strîns un volum uriaș de studii și anchete amănunțite, n-a apărut totuși pînă acum nici o teorie fundamental nouă. Tot ceea ce s-a obținut în ultimii 50 și ceva de ani, și mai ales în ultimii 20, a fost să se dea o nouă formulare unor teorii vechi pentru a se tălmăci sau, mai curînd, a se răstălmăci falimentul capitalismului în ceea ce privește îndeplinirea vechilor sale făgăduieli.

Maynard Keynes a încercat să demonstreze că crizele economice se datoresc exclusiv unor măsuri greșite de ordin financiar, unor defecțiuni de ordin tehnic în mecanismul, admirabil pus la punct, al capitalismului. El a explicat că pentru înlăturarea crizelor nu ar fi nevoie de altceva decât de controlul guvernamental asupra politicii de investiții, precum și de înghețarea sau reducerea salariilor reale, ceea ce ar asigura folosirea deplină a brațelor de muncă fără nici un fel de schimbări în economia bazată pe profit. Freud și psihanaliștii au explicat că tendința spre războaie se datorește instinctelor agresive inerente și refulate. Orice acțiune politică ar fi inutilă sau dăunătoare atîta vreme cît aceste instincte nu sînt făcute inofensive prin psihanaliză; cum însă este evident că aceasta nu se va putea realiza niciodată, trebuie să ne descurcăm cum putem, luînd lucrurile așa cum sînt. Pe de altă parte, pozitivistii pretind că toate dificultățile noastre sociale ar fi rezultatul unei greșite folosiri a limbajului. Dacă toți politicienii ar putea fi convinși că ceea ce spun nu are, în sine, nici un sens, ei ar lăsa totul pe seama oamenilor de știință cu pregătire semantică.

Aceste concepții, pe care le-am reprodus fără nici un fel de exagerări, arată falimentul intelectual la care au ajuns cercetătorii în domeniul științelor sociale încă înainte de al doilea război mondial. Nu este de mirare că teoriile lor s-au dovedit incapabile să servească drept bază unor acțiuni eficiente în problemele care frămîntă lumea. Ele și-au găsit însă alte întrebări: aceea de a oferi capitalismului un camuflaj intelectual, precum și mijloace care să-l facă să funcțio-

neze mai bine. Cu toate că lucrările din ultimii 40 de ani n-au adus un mare progres teoretic, ele atestă o importantă dezvoltare a metodelor științelor sociale, îndeosebi prin aplicarea pe scară largă a statisticii la metoda chestionarelor și anchetelor sociale, precum și la metodele analitice folosite în cercetările operative.

În paginile următoare vom face o scurtă expunere asupra dezvoltării diferitelor ramuri ale științelor sociale, în special a economiei politice, științelor politice, sociologiei, pedagogiei și, în sfârșit, a domeniilor asupra cărora influența ideologiei este cea mai puternică : psihologia, filozofia și teologia. Nu vom mai vorbi aici despre știința istoriei, pe care am tratat-o în capitolul precedent.

„Revoluția” lui Keynes în economia politică burgheză

Cea mai caracteristică dintre modificările recente în domeniul științelor sociale a fost aceea adusă de Maynard Keynes în economia politică. ^{6.135a} Importanța ei a fost deopotrivă exagerată de reprezentanții școlilor economice mai vechi, care consideră că Keynes a abandonat ideea inițiativei private neîngrădite, și de liderii laburiști, care-l prețuiesc pentru că justifică socialismul întruchipat de statul bunăstării generale. În realitate, el a modificat teoria economică a utilității marginale (p. 766) doar într-atâta încât ea să poată corespunde, într-o anumită măsură, realităților din lumea capitalismului monopolist. Ceea ce s-a străduit el să dovedească era că sistemul capitalist nu duce în mod necesar, prin el însuși, la condiții de folosire deplină a brațelor de muncă. Această idee, oricât de înspăimântătoare ar fi părut unui economist clasic, trebuie să fi sunat pentru milioanele de șomeri din vremea aceea cel puțin ca o formulare foarte prudentă.

Soluția pe care a propus-o în lucrarea sa „Teoria folosirii brațelor de muncă, a dobânzii și a banilor” era departe de a preconiza lichidarea sistemului capitalist, de care Keynes era profund legat. Ea consta mai curînd în atenuarea efectelor capitalismului prin intervenția statului în domeniul investițiilor, însoțită de o politică de prețuri menită să mențină venitul real la un nivel scăzut. În felul acesta el recunoștea, cu oarecare întârziere, că după primul război mondial, așa cum a arătat Lenin, „capitalismul monopolist s-a transformat în capitalism monopolist de stat”. Devenise foarte greu să se traseze o linie de demarcație între interesele statului și cele ale monopolurilor. În timp de război, această legătură era recunoscută pe față ; controlul guvernamental se exercita

prin agenți ai monopolurilor. Atunci când, sub presiunea revendicărilor clasei muncitoare, a fost necesar să se naționalizeze anumite ramuri ale industriei și servicii publice, naționalizarea s-a limitat la ramuri practic falimentare, iar administrarea acestora a fost lăsată, în esență, în mâinile aceluiași oameni. În Statele Unite, supremația monopolistilor este afișată fără nici o jenă. Primul cabinet al lui Eisenhower era format din „zece milionari și un instalator, dar pînă la urmă instalatorul s-a lăsat păgubaș“.

Dintre remediile propuse de Keynes pentru înlăturarea crizelor economice, acela al investițiilor utile pe termen lung în construcții capitale n-a fost aplicat de fapt niciodată. De altfel, nici în viitor probabil că nu va fi aplicat, deoarece implică cheltuieli mai mari din bugetul statului, tocmai într-un moment în care toți stăpînii finanțelor stăruie asupra economiilor. Prima criză economică a fost oprită în loc de cursa înarmărilor începută de Hitler, iar după cel de-al doilea război mondial folosirea în proporții relativ mari a brațelor de muncă a fost asigurată prin aceleași mijloace. Aceasta este singura cale prin care capitalismul își poate înfrîna, temporar și cu prețul unor groaznice suferințe omenești, tendința organică de a produce mai mult decît poate consuma o populație lipsită de puterea de cumpărare corespunzătoare.

Celălalt remediu propus de Keynes, politica înghețării salariilor, nu poate fi numită nicidecum o soluție academică. În timpul războiului, această politică a constatat în menținerea salariilor la un nivel scăzut, în timp ce prețurile alimentelor de bază, făcînd parte din rația necesară, erau reglementate cu ajutorul unor subvenții care reprezentau sume mult mai mici decît cele care ar fi rezultat din sporirea salariilor în raport cu creșterea reală a costului vieții. Mai tîrziu, în Marea Britanie, această politică a fost continuată de guvernul laburist — spre propria lui nenorocire — cu sprijinul deplin al unor lideri sindicali și nu a fost abandonată decît sub puternica presiune a maselor populare.

Pentru cercurile conducătoare din Marea Britanie și Statele Unite, valoarea lucrării lui Keynes constă în faptul că ea oferă o analiză economică aparent științifică și imparțială, care împacă cu abilitate interesele patronilor și ale muncitorilor în perioada de declin al capitalismului, cînd desfășurarea concurenței nestăvilite n-ar putea duce decît la revoluție. Succesul de care s-a bucurat această teorie în rîndurile liderilor sistemului bipartid al democrației occidentale este un excelent exemplu de utilizare a științelor sociale ca paravan pentru camuflarea dominației de clasă. Lenin spunea: „A te aștepta la o știință imparțială în societatea robiei salariate,

ar fi aceeași stupidă naivitate ca și când te-ai aștepta la imparțialitate din partea fabricanților în chestiunea dacă n-ar fi cazul să se mărească salariul muncitorului prin micșorarea profitului capitalului". 6.140a

Noua teorie economică a armoniei de clasă și a păcii civile acționează într-un mod cu totul unilateral, încătușind activitatea sindicală și dând libertate deplină patronilor. Forma pe care ea a îmbrăcat-o în ultimii ani este aceea a unei campanii pentru mărirea productivității, ceea ce la prima vedere pare plauzibil și atrăgător. 6.145 Se pornește de la ideea că volumul producției este determinat exclusiv de voința muncitorului de a accepta metode de muncă mai intensive sau mai multe ore de lucru, pe când, de fapt, acest volum depinde în mult mai mare măsură — dat fiind că patronul stabilește condițiile de muncă — de capitalul disponibil și, în ultimă instanță, de considerente de ordin financiar. Se recunoaște de către toată lumea că productivitatea mai mare a muncitorilor americani se datorește aproape în întregime utilajului tehnic superior cu care lucrează. 6.124a Totuși, fabricanții englezi, folosind un utilaj învechit care s-a amortizat de mai multe ori, mai reușesc să realizeze profituri destul de mari.

Acest fel de chestiuni n-au prea fost tratate de Keynes, care și-a bazat teoriile pe ipoteza unei economii statice din punct de vedere tehnic. Cea mai remarcabilă discipolă a sa, Joan Robinson, i-a dezvoltat acum teoriile, adaptându-le la condițiile capitalismului monopolist într-o lume a rapidelor transformări tehnice. În lucrarea sa „Acumularea capitalului”, 8.57 ea tratează teoretic condițiile în care perfecționarea metodelor tehnice este absolut rentabilă, ținând seama de prețul de cost, de uzura morală a utilajului și de salariile existente. Din analiza ei pare să reiasă în mod evident că, pe măsură ce tehnica progresează, sistemul capitalismului monopolist devine tot mai incapabil să asigure o creștere optimă a nivelului de trai, deoarece perfecționarea tehnicii introduce încă un element de nesiguranță și are un efect descurajator asupra investițiilor. Și aici economistul demonstrează falimentul capitalismului și necesitatea alternativei socialiste; de altfel ea face acest lucru după ce el a devenit evident.

Acceași temă este reluată, în lucrarea „Capitalismul contemporan”, de John Strachey care insistă mai mult asupra aspectului ei politic. El subliniază că tendința de pauperizare relativă a clasei muncitoare, descoperită de Marx, este permanentă. În ultimul secol ea a fost frînată, dar numai atât, de acțiunile energice ale clasei muncitoare sau de ceea ce numește el „presiunea democratică”. Deși recunoaște că sis-

temul capitalist de astăzi se află în ultimul său stadiu, Strachey își dă seama că dispariția lui definitivă, chiar în condițiile unei transformări pașnice, necesită o luptă pentru socialism mult mai hotărâtă decât aceea pe care a putut s-o ducă partidul laburist obsedat de primejdia comunismului.

Științele politice

Pînă în 1914 științele politice au evoluat mai mult sau mai puțin liniștit pe drumul trasat de concepția liberală. În afară de marxiști, toți credeau că idealul care va fi realizat mai curînd sau mai tîrziu în întreaga lume este acela al unei democrații parlamentare, care să garanteze proprietatea privată și să lase cîmp liber inițiativei private. Evenimentele din anii care au urmat au arătat că acesta nu era decît un vis searbăd : democrația parlamentară nu s-a extins, ci, dimpotrivă, a pierdut teren pretutindeni. Chiar și atunci cînd războaiele intervenționiste și așa-numitul „cordon sanitar“ au ținut în loc într-o măsură oarecare extinderea mișcării revoluționare, rezultatul n-a fost o democrație mai largă, ci instaurarea dictaturilor fasciste sau semifasciste.

Chiar și în vechile centre ale democrației, măsurile politice ale parlamentelor au început să fie dictate tot mai mult de interesele economice. Statul nu mai putea rămîne pasiv în luptele cu caracter economic ; el trebuia să intervină activ pentru a dirija sau controla economia țării pe plan intern și extern. Chiar și în Statele Unite, țară arhiindividualistă, presiunea covîrșitoare a crizei economice a impus acceptarea „New-Deal“-ului. Era, în esență, o recunoaștere a răspunderii statului pentru bunăstarea cetățenilor, care nu mai puteau să facă față singuri greutăților în condițiile unor transformări economice pe scară mondială.

Ar fi fost de așteptat ca aceste mari transformări — în-trepătrunderea crescîndă a statului și a concernelor particulare, și contopirea omului politic cu economistul —, să ducă la o dezvoltare rapidă a științelor politice și la formularea unor principii fundamentale noi. Dar nu s-a întîmplat așa. Schimbările de concepții care au avut loc au fost reacționare, reflectînd un autoritarism religios sau fascist.

Un exemplu interesant de un asemenea gen de gîndire politică l-a constituit teza dezvoltată în 1941 de James Burnham în lucrarea sa „The Managerial Revolution“ („Revoluția directorilor“).^{6.128c} În lucrările sale ulterioare el își exprima speranța că Hitler va zdrobi Uniunea Sovietică, iar cînd aceste speranțe i s-au spulberat, a trecut la o pledoarie desperată în favoarea supremației mondiale a S.U.A., bazată pe forța militară și instigări la răscoale.^{6.128d} Potrivit tezei

sale, nu sîntem martorii trecerii de la capitalism la socialism ci ai trecerii la o „societate a directorilor“, în care conducerea efectivă este acaparată în mod pașnic și imperceptibil de o nouă „clasă a managerilor“, formată din conducători tehnici, directori și ingineri, care, grație dezvoltării industriei științifice moderne, au devenit indispensabili în statul modern. După Burnham, istoria lumii nu duce la revoluție, ci la războaie pentru dominația mondială între state uriașe conduse de directori. După înfrîngerea Germaniei fasciste, la care Burnham ținuse atît de mult, au mai rămas doar două state uriașe: S.U.A. și U.R.S.S. Victoria celui dintîi, după părerea lui Burnham, ar fi asigurată prin superioritatea sa economică și tehnică. Astfel, *geopolitica* nedeghizată a militaristilor germani a fost acoperită cu o poleială pseudoștiințifică. Teoria societății directoriale a fost primită cu cea mai mare încîntare de presa marilor monopolști, a căror înlăturare ea o preconiza. Monopolștii ar fi foarte mulțumiți ca poporul să creadă că guvernanții săi nu sînt altceva decît niște salariați, care în realitate lucrează cu devotament pentru monopolști și numai uneori sînt ridicați, prin pachete de acțiuni sau locuri în consiliile de administrație, pînă la o poziție minoră în ierarhia celor avuți.^{6.44} Teoria lui Burnham s-a bucurat de un sprijin considerabil și din partea intelectualității laburiste și social-democrate, care se simțea măgulită aflînd că a ajuns, fără a fi făcut nici cel mai mic efort, o nouă clasă conducătoare. De fapt, nimic nu s-a schimbat în dominația capitalismului, în afară de întărirea controlului exercitat de magnații financiari ai marilor corporații, după cum o dovedește „vîntoarea de vrăjitoare“ din America, unde orice critică adusă dominației celor bogați este stigmatizată drept comunism.

În afară de asemenea aberații ca cea a lui Burnham și ca fatalismul deprimant al profesorului Toynbee, care anunță pieirea civilizației (p. 885 și urm.), cei mai mulți exponenți oficiali ai științelor politice au continuat să repete, pe un ton mai mult sau mai puțin plîngăreț și strident, platitudinile secolului al XIX-lea, fără a ține seama de faptul că ele au tot mai puține contingente cu lumea contemporană.

Chiar și atunci cînd voința maselor populare din Anglia a adus la putere partidul laburist, acțiunile acestuia n-au fost călăuzite de o teorie socialistă. Mai mult, liderii acestui partid se mîndreau că aderaseră la o concepție politică științifică, cîtește capitalistă, și respectau în continuare legile pe care dușmanii lor le întocmiseră în scopul de a împiedica orice schimbare esențială în modul de repartiție a avuției și puterii. De fapt, ei au folosit teoria politică în primul rînd pentru a încerca să demonstreze că prin reformele introduse de ei în primele zile ale guvernării lor se făcuse totul, nu numai tot ce

era cu puțință, dar și tot ce era de dorit. Ei pretindeau că „revoluția liniștită” și-a atins scopul, fără a atrage însă prea mult atenția, iar ideile socialismului fuseseră ridicate pe un plan superior.

Aceasta este tema multor documente recente ale partidului laburist, de pildă „Socialismul secolului al XX-lea”^{8.63} care, ca un omagiu adus cu prilejul centenarului lui Keir Hardie, respinge categoric definiția dată de acesta socialismului: „Proprietatea colectivă asupra tuturor mijloacelor de producție, de repartiziție și de schimb”. Cu toate acestea există destule semne că suflă un vânt nou. Gîndirea politică nu poate să nu fie influențată de dificultățile economice crescînde ale capitalismului și de procesul continuu de democratizare din Uniunea Sovietică. Științele politice își pot astfel găsi iarăși adevăratul lor sens și țel, acela de a constitui un mijloc pentru înțelegerea și transformarea societății. Un astfel de exemplu este cartea lui Strachey; un alt exemplu cu caracter și mai radical oferă lucrarea veteranului mișcării socialiste G. D. H. Cole.^{8.14}

13. 3. Aplicațiile științelor sociale

Deși aspectele mai academice ale științelor sociale, ca, de pildă, teoriile economice și politice, și-au găsit aplicarea mai cu seamă în apărarea ideologică a capitalismului, marea dezvoltare a științelor sociale, în special după al doilea război mondial, s-a datorat constatării că aplicarea lor la sistemul capitalist în funcțiune aduce bani buni. Încă înainte de război au fost angajați specialiști în științele sociale pentru a efectua anchete economice, cercetări asupra pieței și reclamei, pentru asigurarea unor relații armonioase în industrie, pentru planificarea urbană și regională și pentru instrucțiunea publică. Dar pentru a se realiza ceva util în toate aceste domenii sau, cel puțin, pentru a se da această impresie, era nevoie de ceva mai mult decît de generalitățile vagi ale științelor sociale academice. Este, într-adevăr, uimitor cît de puțin a progresat sociologia de la primul război mondial și pînă azi. Lucrările strălucite pe care le-au dat la început Hobhouse, Wallas și Tawney în Anglia sau Veblen, Weber și Dewey în America nu au fost dezvoltate. În schimb s-a înscăunat în acest domeniu o îngîmfată stupiditate, ceea ce poate verifica oricine dacă încearcă să citească lucrările apărute în ultimii 20 de ani. Teoriile sociologice oficiale sînt atît de formale și atît de lipsite de orice urmă de cercetare istorică, încît este greu de înțeles cum reușesc să scoată din ele autorii lor justificări pentru toate platitudinile reacțiunii.

În anii din urmă a apărut și a luat o dezvoltare extraordinară un nou gen de sociologie, în care măsurătorile și calculul au luat locul definițiilor și generalizării. Evenimentele celui de-al doilea război mondial au dat un uriaș impuls acestei orientări, deși ca efecte mai puțin durabile decât s-a crezut la început. Războiul a dat posibilitatea pentru prima oară, în țări ca Marea Britanie și în mai mică măsură în Statele Unite, să se întrevadă ce ar putea să însemne științele sociale aplicate. Sociologii care pînă atunci se ocupaseră de studii pur academice s-au găsit într-o situație în care erau chemați să realizeze ceva concret pe baza cercetărilor lor și, ceea ce este mai important, li s-au pus la dispoziție mijloacele necesare atît pentru efectuarea cercetărilor, cît și pentru verificarea în practică a concluziilor lor. Ei au ajuns, de asemenea, să lucreze cot la cot cu fizicieni și biologi în domeniul operațiilor militare și al producției industriale. Această colaborare a fost deosebit de binefăcătoare atît pentru cercetătorii din domeniul științelor sociale, cît și pentru cei din domeniul științelor naturii. Aceștia din urmă au cunoscut avantajele metodei anchetelor și analizei statistice, dezvoltate de sociologi, iar aceștia, la rîndul lor, au putut să-și dea seama de valoarea experimentului planificat și a analizei matematice a variațiilor, metode specifice bioloșilor și fizicienilor (p. 586 și urm.). ^{1.2.285}

Dintre noile metode, cele mai eficiente și mai generale s-au dovedit a fi metodele statistice. Oricare ar fi denumirea ce li se dă — anchetă socială, sondaj al opiniei publice, psihologie socială și industrială, cercetări asupra pieței și producției —, toate constau, în esență, într-o analiză mai mult sau mai puțin statistică a unor date referitoare la modul de a gândi, la condițiile de muncă sau de trai, date obținute printr-o investigație sistematică.

Statistica era folosită de multă vreme în chestiuni de economie și administrație, dar mai ales ca un mijloc de a înregistra și a totaliza date privind situația de fapt, ca în cazul bugetului de stat sau al recensămîntului populației. Noul ei mod de aplicare, ca instrument de cercetare prin întrebări și răspunsuri în probleme de ordin general, a fost promovat în primul rînd în biologie, datorită în mare măsură lui Karl Pearson (1857—1936), care, la rîndul lui, a fost influențat de eugenia lui Galton și de pozitivismul lui Mach. *Biometria* lui Pearson, cu aplicațiile ei de ordin practic la recoltele de cereale, a dat un impuls sociometriei, care încerca să măsoare atitudinile și părerile, ba chiar și inteligența. S-au elaborat metode matematice de o extremă eleganță și precizie, care

arată cât de multe lucruri se pot afla sau nu se pot afla dintr-o serie limitată de fapte caracterizate printr-o deosebită iregularitate și incertitudine. 6.138a

Anchetele sociale

Atîta timp cît aceste date reprezentau cantități materiale și erau culese și analizate în mod cinstit, rezultatele obținute puteau să aibă o valoare socială reală. Tradiția lui Booth și a fabienilor, „măsurarea și publicitatea“ (p. 774), a fost continuată în secolul al XX-lea pe scară mai largă și în mod mai aprofundat. Una dintre formele eficiente pe care le-a luat a fost ancheta socială, în care, prin folosirea unor sondaje, se poate obține o imagine cantitativă a situației generale într-un anumit domeniu sau pentru un anumit grup social. În Marea Britanie, 6.161a anchetele din deceniul al patrulea privitoare la hrana populației, amintite mai înainte (p. 619, 636), în care consumul de alimente era raportat la venit și la starea sanitară, au arătat că în cea mai bogată țară din Europa 50% din adulți și 25% din copii erau subalimentați. Publicarea acestor date a stîrnit o agitație în sînul maselor, care a constrîns guvernul să facă cel puțin cîteva mici concesii. Cercetări asemănătoare în legătură cu condițiile de locuit și cu învățămîntul public au contribuit la înarmarea celor ce luptă pentru o viață mai bună cu date concrete pe care să-și sprijine revendicările și le-au oferit un etalon cantitativ pentru măsurarea îmbunătățirilor obținute. Eu însumi am o oarecare experiență în efectuarea anchetelor sociale. În timpul războiului am colaborat la planificarea și la dirijarea unei vaste anchete în două orașe din Anglia, avînd drept obiectiv determinarea corelației dintre intensitatea atacurilor aeriene și producție. Am măsurat totul, de la cantitățile de bere și aspirină consumate pînă la producția de gloanțe de mitralieră. A fost prima și, cred, singura oară cînd date despre relații sociale și date referitoare la producție într-o comunitate modernă au fost puse în corelație. Concluziile la care am ajuns în legătură cu efectele atacurilor aeriene n-au fost cele pe care le doreau cei ce ne încredințaseră această sarcină, astfel că aceștia au fost siliți să se descurce cum știau, fără a ține seama de rezultatele dobîndite de noi. Am găsit însă anumite relații extrem de interesante între muncă și salarii, de care nu s-a făcut uz niciodată.

În special în deceniul al patrulea, anchetele sociale au devenit nu un mijloc de a convinge clasele dominante să extindă acțiunile de asistență socială, așa cum intenționaseră și speraseră fabienii, ci o armă folosită de clasa muncitoare în lupta desfășurată de ea pentru cucerirea și respectarea drepturilor

ei. Cu timpul însă s-a găsit modalitatea de a se pune capăt acestei situații, nu atât prin suprimarea anchetelor sociale, cât printr-o subtilă modificare a caracterului lor. Metoda statistică și-a câștigat astfel o reputație caracterizată prin dictonul : „Există trei soiuri de minciuni : minciuna obișnuită, minciuna deșănțată și statistica”. Cifrele ilustrând venitul național și indicii costului vieții, ajustate cu multă grijă, duceau la concluzii despre care populația știa că sînt false, dar nu le putea dovedi ca atare. Avertismentul dat de Abraham Lincoln — „nu poate fi înșelat întregul popor la nesfîrșit” — a fost confirmat de neîncrederea maselor față de orice statistică oficială. Anchetele sociale și economice au început să capete treptat un nou aspect. La a treia anchetă Rowntree asupra paupertății în districtul York, statisticienii au izbutit să lichideze, pe hîrtie, paupertatea prin calcule ingenioase, care coborau de fapt standardul de viață minim mult sub acela acceptat în anchetele anterioare. Exagerarea a mers însă prea departe. Starea precară a pensionarilor bătrîni și salariul real scăzut al majorității muncitorilor încep să se reflecte și în statistică, caracterizînd o mizerie reală, dar care ar putea fi remediată. ^{6. 155b}

Sondajele opiniei publice

Rezultate care să poată fi denaturate sînt mult mai ușor de obținut în acele anchete sociale unde la baza tuturor calculelor nu mai stau date referitoare la lumea materială, ci date provenind din lumea ideilor, unde totul este supus aprecierilor subiective și unde o prejudecată inconștientă poate determina răspunsul, în ciuda oricărei precizii a calculului. Aceasta este situația mai ales în ceea ce privește sondajele opiniei publice, care au luat o largă răspîndire în America în deceniul al patrulea. Aceste sondaje prezintă o dublă deficiență, deoarece, pe de o parte, tipul răspunsurilor depinde de modul în care este pusă întrebarea și, pe de altă parte, ele pot da în cel mai bun caz informații despre ceea ce oamenii cred că trebuie să spună și nu despre ceea ce gîndesc cu adevărat. Date fiind însă scopurile în care sînt utilizate asemenea sondaje, aceasta nu reprezintă neapărat un neajuns pentru cei ce au întreprins sondajul. În mod obișnuit este aproape sigur că sondajul va da rezultatul așteptat de inițiatorul său. Dacă totuși rezultatele nu sînt cele dorite, sondajul poate fi denaturat sau trecut sub tăcere. Aplicate la problemele politice, sondajele opiniei publice reprezintă o primejdie deosebit de subtilă pentru democrație. Alegerile reprezintă o acțiune a poporului ; el își exprimă voința și aceasta este luată în considerație. Un sondaj al opiniei nu implică puterea poporului. El acordă aceeași greutate răspunsurilor bine chibzuite ale

unui om integru și de prestigiu și răspunsului unei persoane oarecare care pur și simplu nu vrea să fie încadrată în categoria celor „fără părere”. Pentru cei ce manevrează opinia publică, sondajul nu este decît o indicație că ar putea fi necesar să schimbe placa. Poporul nu mai este stăpîn, ci a devenit o turmă docilă, mînată pe o cale sau alta de țipetele și de amăgirile reclamei.

Cercetările asupra pieței și reclama

Metoda sondajelor opiniei este folosită îndeosebi în așanumitele cercetări asupra pieței, unde a înlocuit sau, cel puțin, a completat flerul oamenilor de afaceri. Această metodă face parte din marele aparat cu ajutorul căruia se vînd unor cumpărători neinformați mărfuri de care n-aveau nevoie, lucru ce se dovedește tot mai dificil în condițiile crizei generale a capitalismului. În cazul reclamei, metoda statistică prezintă avantajul de a da rezultatul în cifre, un limbaj pe care oamenii de afaceri îl pot înțelege. Ce semnificație au aceste cifre și dacă au în genere vreo semnificație este o altă problemă. Important este doar faptul că ele pot servi ca argument la ședințele consiliilor de administrație. De aceea există oameni dispuși să plătească bani grei pentru a obține aceste informații și în consecință, este rentabil să fie pregătiți oameni care să știe să le furnizeze.

Aceste informații, fie că sînt exprimate în cifre, fie că îmbracă forma unor generalizări făcute de cercetătorii în științele sociale, urmăresc unul și același scop : să ajute la obținerea de profituri mai mari prin sporirea volumului vînzărilor. În secolul al XX-lea s-a dezvoltat un vast aparat de reclamă și de publicitate, care, prin însăși amploarea sa, aduce majoritatea oamenilor în situația de a fi orbi și surzi față de orice apreciere reală a lumii în care trăiesc. Reclama a devenit într-adevăr o vastă industrie parazitară, al cărei rol efectiv constă în a stoarce de la consumator o taxă indirectă, perfect camuflată, în beneficiul cîtorva ziare și magnați ai întreprinderilor de reclamă. Taxa este substanțială și direct proporțională cu lipsa de valoare a produsului și cu lipsa de mijloace a cumpărătorilor.

Într-un domeniu în care valoarea oricărui lucru este reprezentată de prețul la care el ar putea fi vîndut, concluziile pe care le trage știința socială trebuie să țină pasul retoricii și cheltuielilor de reclamă, care constituie arta vînzării și a publicității. În măsura în care știința mai poate supraviețui într-o asemenea atmosferă, ea trebuie să se încline în fața acestor cerințe și să se lase coruptă atît în ceea ce afirmă, cît și în ceea

ce neagă. Cifrele sînt tot atît de flexibile ca și cuvintele, dar mult mai înșelătoare, pentru că îmbracă forma faptelor obiective.

Științele sociale în producție

Aplicarea științelor sociale în însuși procesul producției capitaliste a luat o dezvoltare abia în ultima vreme. Cu excepția lucrărilor cîtorva preținși experți în organizarea științifică a întreprinderilor, ea nu datează decît din ultimele două decenii. În forma ei mai veche, aceea a studierii timpului și mișcării, avea ca obiectiv nedeghizat să raționalizeze mișcările muncitorilor în așa fel încît să se obțină de la ei o producție mai mare în aceeași unitate de timp. În felul acesta, muncitorii au fost transformați în anexe ale mașinilor pe care le deserveau. În consecință, muncitorii organizați au primit aceste metode cu ostilitate, sabotîndu-le cu mai mult sau mai puțin succes. Destul de des, simpla încercare de a introduce un astfel de sistem într-o fabrică era de ajuns pentru a provoca o grevă. Așa cum remarcă un trade-unionist de școală veche, „studiile referitoare la timp și mișcare înseamnă pierdere de timp și încetarea mișcării”.

Formele mai recente de aplicare a științelor sociale în producție sînt mult mai subtile și aparent inofensive. S-a mers acum pe două linii : una, care începea cu procesul mecanizării și se preocupa de adaptarea muncitorilor la mașini ; aici studiul timpului și mișcării a fost extins pe baza succesului dobîndit în timpul războiului de cercetările operaționale (*Operational Research*) ; cealaltă linie pornește de la elementul uman pe care se străduie să-l transforme, prin metode psihologice, într-o unealtă nu doar mai eficientă, ci și mai binevoitoare, și cu aceasta intrăm în domeniul *psihologiei industriale* și al *științei conducerii*.

Cercetările operaționale în industrie

Despre originea cercetărilor operaționale în legătură cu nevoile războiului am mai vorbit (p. 586). Imediat după război s-a manifestat, în rîndurile specialiștilor din domeniul științelor naturii și din domeniul științelor sociale, un interes deosebit pentru utilizarea cercetărilor operaționale în ramurile în care necesitatea acestora era resimțită în cea mai mare măsură, adică pentru sporirea producției în agricultură și industrie, precum și în serviciile sociale, de exemplu în problema locuințelor și a ocrotirii sănătății.^{1.2.201} Așa cum am mai arătat, progresul științelor fizice și biologice îngăduie astăzi, cel puțin în principiu, dezvoltarea unor tipuri de producție din ce în ce

mai raționale în ambele domenii, precum și realizarea, pe de o parte, a unei considerabile economii de efort, pe de altă parte a unei mult mai mari satisfacții pentru consumator.

După zece ani însă, ritmul lent în care s-au aplicat cercetările operaționale a provocat dezamăgire. În sensul inițial al definiției acestei metode — „folosirea analizei cantitative a unor situații de fapt ca o călăuză în întreprinderea unor măsuri” — ea nu se încadra atât de ușor în schema sistemului capitalist. Aceasta pentru că producția industrială nu se caracterizează nici prin disciplina necondiționată a unei armate, nici prin simțămîntul țelului comun al unei echipe sau al unei întreprinderi cooperatiste. În consecință, metoda cercetărilor operaționale, cu toate subtilitățile ei statistice, ca, de pildă, programarea liniară și concavă, poate fi aplicată numai într-un domeniu pur tehnic sau ca un mijloc de a stoarce de la muncitori un randament cît mai mare, confundîndu-se din acest punct de vedere cu metodele mai vechi și foarte îndoielnice ale „conducerii științifice a întreprinderilor”. Dar nici chiar pentru un asemenea scop ea n-a fost îmbrățișată cu prea mult entuziasm, deoarece în cercurile de afaceri părea să reprezinte o imixtiune în drepturile conducătorilor de întreprinderi. Pentru ca această metodă importantă, care face legătura între științele sociale și tehnică, să fie folosită din plin, este necesar controlul muncitoresc efectiv în industrie și eliminarea controlului particular și a profitului particular.

Aceasta nu exclude o aplicare limitată a cercetărilor operaționale în probleme restrînse privind modul în care o uzină poate să obțină maximum de randament sau să realizeze profituri maxime. ^{1.56a} De fapt, această metodă a devenit o anexă a conducerii științifice a întreprinderilor, iar în acest proces și-a pierdut poziția ei independentă.

Psihologia industrială

Rămînea însă un cîmp de activitate destul de larg pentru un alt gen de știință socială, un domeniu care în nici un caz nu putea provoca dificultăți capitalismului, ci, dimpotrivă, îi putea netezi calea. Este vorba de dezvoltarea metodelor psihologiei industriale și conducerii științifice a întreprinderilor. Aici obiectivul principal îl constituie influențarea minții și voinței muncitorului prin folosirea tuturor procedeelor elaborate de științele sociale sau de psihologie.

În Statele Unite, dezvoltarea acestor metode datează din vremea crizei economice, în Marea Britanie ea este de dată mai recentă, în ambele țări însă a primit un puternic impuls în timpul celui de-al doilea război mondial. Psihologia și-a cîștigat un nou prestigiu, în mare măsură datorită

succeselor care s-au atribuit aplicării ei la selecționarea și instruirea forțelor armate. Se considera acum că prin metode asemănătoare s-ar putea obține și armate industriale mai disciplinate. Scopul fundamental al psihologiei industriale este să asigure voința maximă de a munci a muncitorilor, creîndu-le impresia armoniei de interese între muncitori și conducerea întreprinderii.

În această accepție, psihologia, cu nuanțele ei psihanalitice și psihiatrice, pornește de la premisa că cei mai mulți muncitori sînt leneși și chiulangii, iar cei mai răi dintre toți, sînt agitatorii și greviștii. Este vorba în realitate de toți cei ce se ridică împotriva exploatării. De aceea muncitorii — în afară, bineînțeles, de muncitorul-model — sînt oameni bolnavi cărora trebuie să li se stabilească un diagnostic și un tratament pentru ca să se poată adapta la condițiile de muncă. Trebuie să se intervină în viața lor de familie, să li se corecteze ideile greșite cu privire la clasele posedante, să se transforme atitudinea lor de necolaborare prin „exerciții de grup”. Așadar trebuie să se facă totul pentru ei, în afară de singurul lucru care le-ar fi într-adevăr de folos: lichidarea exploatării. Atîta timp cît se menține exploatarea muncitorilor pentru asigurarea profitului patronului, singurul rezultat pe care-l poate obține psihologia industrială este de a-i împiedica pe muncitori să-și formuleze revendicările pentru salarii mai mari și condiții de trai mai bune și de a reduce astfel partea ce le revine din produsele muncii lor. A folosi știința în acest scop înseamnă a o pune în slujba înșelătoriei, chiar dacă omul de știință respectiv nu-și dă seama de acest lucru.

Coruperea științelor sociale

Se poate ca specialiștii care lucrează în domeniul științelor sociale să fie sincer încredințați că, promovînd „armonia de clasă”, ei lucrează spre binele întregii societăți. Ei pot de asemenea să-și închipuie că prin munca lor contribuie la îmbogățirea cunoștințelor omenești. Dacă sînt mai cinici, pot să considere că activitatea lor este o afacere rentabilă. În toate cele trei cazuri însă această activitate este condamnată să rămîină sterilă din punct de vedere științific, deoarece este de la început îngădită prin înseși condițiile utilizării ei. O analiză serioasă este imposibilă atunci cînd cei ce o fac sînt siliți, pe de o parte, să ajungă la rezultate practice care să-i satisfacă pe patroni, iar pe de altă parte să păstreze aparența imparțialității științifice pentru a nu-i neliniști pe muncitori. Ceea ce se obține în locul unei astfel de analize nu poate fi decît un amestec

de date statistice impresionante și de platitudini dintre cele mai crase, exprimate într-o terminologie științifică pompoasă, „sprijinite” pe chestionare pline de întrebări lipsite de importanță și de răspunsuri date la întâmplare sau greșit formulate. Un exemplu cu totul neobișnuit, dar autentic, este acela al unui cercetător american în domeniul psihologiei industriale, care a descoperit că un miner identifica mina cu mama lui și pe patron cu tatăl lui, și de aceea mînuia ciocanul cu milă și era agresiv în revendicarea drepturilor sale. Psihologul nădăjduia că, prin schimbarea rolurilor, adică dacă minerul va privi pe patron ca pe o mamă, iar mina ca pe un tată, el va sparge cărbunele cu mult elan și se va transforma într-un salariat model.

Deplina valoare a muncitorului ca ființă umană și ca entitate productivă nu poate fi realizată decît într-o orînduire economică în care el însuși este stăpîn pe munca sa. Aceasta era situația meșteșugarului medieval, îngrădită însă, firește, de sărăcie și ignoranță. Într-o lume a industriei organizate pe baze științifice o astfel de situație poate fi dobîndită numai printr-o orînduire socială în care fiecare muncitor, împreună cu tovarășii săi de muncă și beneficiind de o îndrumare tehnică corespunzătoare, are o contribuție hotărîtoare în desfășurarea muncii, în controlul și dirijarea mașinilor și se bucură de toate roadele muncii sale. Orice altă soluție este o înșelătorie, care, mai devreme sau mai tîrziu, va fi descoperită.

Pînă în ultima vreme sindicatele au luptat mereu împotriva oricărei forme de „conducere științifică a întreprinderilor”. De cîtva timp însă, liderii sindicatelor americane consideră că o asemenea atitudine este depășită și ei înșiși angajează specialiști în psihologia industrială pentru a ajuta întreprinderile capitaliștilor să-și sporească eficiența. Și în Marea Britanie, în perioada în care războiul rece atinsese punctul culminant, tendințe similare de ridicare a productivității muncii prin metode psihologice au găsit sprijin la unii lideri sindicali influenți, care considerau, pe cît se pare, că apărarea democrației poate fi asigurată cel mai bine tocmai prin menținerea și întărirea capitalismului monopolist. Ideea realizării unei înțelegeri între muncitori și conducerea întreprinderii în interesul sporirii producției se bucură și astăzi de sprijinul „Organizației pentru reînarmarea morală” și chiar de o discretă protecție din partea coroanei. În rîndurile membrilor sindicatelor însă, această idee s-a discreditat întrucîtva, deoarece ei constată pe zi ce trece că prin mărirea productivității muncii fac să crească șomajul. Totuși, în Anglia, unde, din cauza reînarmării, investițiile și cercetările industriale au fost restrînse (p. 593 și

p. 900), singurul mijloc care mai rămâne pentru mărirea profiturilor este promovarea psihologiei industriale, care costă relativ ieftin.

Considerentele de mai sus explică în oarecare măsură atitudinea mult mai favorabilă manifestată în ultimii ani față de științele sociale de către cercurile conducătoare de pe ambele țărmuri ale Atlanticului. Științele sociale s-au dovedit utile și reprezentanții lor au arătat că și cunosc locul. Rolul lor este acela de slugă, iar nu de sfetnic: „în front, dar nu în frunte“, cum s-a exprimat cu eleganță un vicemareșal din aviație.

Predarea științelor sociale în universități continuă să aibă aceeași sarcină ca și înainte de război: să justifice orînduirea capitalistă existentă sau un sistem capitalist ușor modificat. Totuși propunerea ca științele sociale să fie predate în învățămîntul mediu a fost categoric respinsă de Comitetul Norwood în 1941.^{6.131b} Exista temerea că, oricît de ortodox ar fi predate, ele ar putea să ducă la răspîndirea unor idei primejdioase.

13. 4. Pedagogia

Printre celelalte științe sociale, pedagogia ocupă un loc oarecum aparte, avînd un statut științific și mai puțin sigur. În mod ideal, ea ar trebui să cuprindă întregul proces de formare — din leagăn pînă la mormînt — prin care ființele omenești se adaptează la societatea în care trăiesc și să ofere mijloacele prin care oamenii pot învăța s-o folosească cît mai bine sau s-o modifice. De fapt, ca studiu teoretic, pedagogia s-a dezvoltat foarte tîrziu, abia în vremea noastră, izvorînd din dificultățile practice de care s-a lovit sistemul școlar în încercarea sa de a satisface cu mijloace absolut neadecvate nevoile crescînde ale învățămîntului. Revendicarea învățămîntului general pentru întregul popor, despărțit de studiul specializat al teologiei, dreptului sau medicinei, a fost pentru prima dată formulată de burghezia răzvrătită din secolul al XVI-lea, fiind strîns legată de mișcările pentru reforme religioase și libertăți politice. În secolele al XVII-lea și al XVIII-lea s-au dus lupte crîncene pentru introducerea învățămîntului general. Iată de ce primii pedagogi, ca Vives (1492-1540), Komenski, Rousseau, Pestalozzi (1746-1827), au fost în același timp remarcabili filozofi și reformatori și au jucat un rol important în răsturnarea ideologiei ordinii feudale (p. 315, 741).

Discriminarea de clasă în învățământ

De îndată ce capitaliștii industriali au venit la putere, entuziasmul lor pentru răspîndirea învățămîntului s-a evaporat repede. Este drept că pentru ca noua clasă muncitoare să poată face față muncii în modul convenit era necesar ca ea să învețe într-o măsură suficientă să citească, să scrie și să socotească. De aceea, deși cu foarte puțină trageră de inimă, capitaliștii au luat unele măsuri pentru instruirea ei, cu cheltuieli cît mai reduse. Trebuia însă să se vegheze acum ca învățămîntul maselor să nu meargă prea departe și să nu popularizeze idei subversive.

Opoziția conservativă față de instruirea muncitorilor, și în special față de accesul lor la învățămîntul superior, se menținea cu fermitate. Cînd, sub impulsul curentului liberal de emancipare, în 1823 s-a înființat, din inițiativa lui Thomas Hodgskin (p. 748), Institutul mecanic din Londra (mai tîrziu Colegiul Birkbeck), care-și propunea să ofere oamenilor muncii cunoștințe „în problemele chimiei și mecanicii, precum și ale științei despre originea și reparația bogăției”, ziarul „St. James Chronicle” scria :

„Un plan mai bine adaptat pentru distrugerea imperiului nostru n-ar fi putut născoci nici diavolul însuși... Fiecare pas pe care ei îl fac în direcția organizării muncitorilor ca clasă separată și independentă este un pas, și încă unul mare, spre acest rezultat fatal”.

Aproape pe tot continentul european acest pericol a fost înlăturat, interzicîndu-se de fapt accesul spre învățămîntul superior tuturor în afară de pătura practic cultă prin ereditate, așa-numita *intelectualitate*, care, cu excepția unui număr mic de personalități proeminente, a furnizat țărilor pe toți clericii, avocații, medicii, oamenii de știință, inginerii și administratorii de care era nevoie. Acest sistem rigid de învățămînt, încătușat de limite de clasă, a fost pentru prima dată sfărîmat în Rusia după Revoluția din Octombrie, în pofida rezistenței înverșunate a celei mai reacționare părți a vechii intelectualități. Acum, nu numai în Rusia, ci și în întreaga Europă răsăriteană și în China, locul lui l-a luat un sistem de învățămînt de un tip radical nou, care cuprinde întregul popor (p. 852 și urm.).

În Anglia — nu în Marea Britanie, deoarece Scoția are o veche tradiție în învățămînt popular, — în Anglia unde industria a luat un mare avînt înainte de a se fi dezvoltat în alte țări, condițiile au fost întrucîtva mai elastice. Aici s-a deschis accesul la învățămîntul superior unui număr de oameni destul de mare pentru a satisface nevoile producției și administrației în rapidă creștere. Acest acces era însă

reglementat în așa fel încât noii intelectuali să poată fi asimilați de către clasele guvernante, și într-adevăr adesea ei au devenit cei mai credincioși susținători ai acestor clase. Dezvoltarea forțelor populare a lărgit accesul la învățămîntul superior, dar principiul de bază al asimilării noilor cadre de către clasa superioară s-a menținut.

În țările mai tinere, îndeosebi în Statele Unite, învățămîntul a fost de la început relativ ieftin și ușor accesibil. Totodată însă avea un nivel scăzut și o importanță limitată în comparație cu aptitudinile practice și cu simțul comercial. Primele realizări ale industriei americane s-au datorit unor inventatori care abia știau să citească și să scrie, ceea ce dovedește cu cît erau mai importante în acea fază inițială a dezvoltării tehnicii condițiile economice favorabile și măiestria profesională în comparație cu cunoștințele dobîndite în școli.

Lupta clasei muncitoare pentru învățămînt

Pînă aici am vorbit despre învățămînt ca despre o prerogativă exclusivă a burgheziei, care, cu multă părere de rău, îngăduia și claselor de jos să beneficieze de ea într-o foarte mică măsură. Aceasta reprezintă însă numai o parte a problemei, și anume aceea mai îndepărtată în timp. Cu 300 de ani în urmă, burghezia revendicase dreptul la învățămînt, socotindu-l drept o cale spre putere. Acum a venit rîndul clasei muncitoare să facă același lucru. Revendicările privind dreptul la învățămînt, eforturile eroice și sacrificiile făcute pentru a-l obține constituie o parte integrantă din mișcarea muncitorească, fiind strîns legate, în secolul al XIX-lea, de mișcarea cooperatistă și de cea sindicală. „Instrucțiune, agitație, organizare” era lozinca Federației social-democrate (p. 774). Toate marile personalități participante la lupta pentru socialism au fost oameni de o înaltă cultură, deși mulți dintre ei autodidacți.

În secolul al XX-lea, această largă mișcare și-a pierdut din intensitate în urma introducerii de către clasele dominante a învățămîntului elementar general și a acordării unor posibilități limitate de a urma învățămîntul superior muncitorilor. Asemenea posibilități le ofereau Colegiul Birkbeck (încorporat în 1920 Universității din Londra), ^{5.18a} Colegiul Ruskin, care, deși funcționează din 1899 la Oxford, nu este încă un colegiu universitar recunoscut, ^{6.170c} și Workers' Educational Association (Asociația pentru învățămîntul muncitorilor), întemeiată în 1903. ^{6.176a} O altă primejdie a constatat în tendința aproape irezistibilă pentru un copil de muncitor de a folosi învățămîntul ca un mijloc de a ieși

din clasa sa, ceea ce ducea inevitabil la plecarea din rândurile acestei clase a elementelor talentate, în spiritul doctrinei lui Platon (p. 137). Nevoia unui nivel cultural mai ridicat a continuat totuși să crească și a devenit tot mai puternică, o dată cu creșterea cerințelor noilor ramuri ale industriei în ce privește calificarea profesională și pregătirea științifică, precum și cu creșterea conștiinței de clasă a proletariatului. Către mijlocul secolului al XX-lea, revendicările clasei muncitoare privind liberul acces la învățământul de toate gradele nu mai puteau fi trecute cu vederea.

Pedagogia, care veacuri de-a rândul a fost tratată ca un copil vitreg al universităților, trebuia acum să facă față sarcinii de instruire a întregii populații. Trebuie să recunoaștem că nu era bine pregătită pentru așa ceva. În parte, teoria pedagogică reprezenta o încercare bine intenționată de a găsi principiile, în mare măsură psihologice, care să stea la baza metodelor practice de transmitere a cunoștințelor și, ca atare, nu era nici mai mult nici mai puțin științifică decât restul psihologiei. Într-o măsură mult mai mare însă era prin tradiție o încercare de a elabora o filozofie a pedagogiei, avînd drept scop precizarea obiectivelor reale ale acesteia. În felul acesta ea suferea de toate neajunsurile științelor sociale, dar într-o măsură și mai mare. Întrucît nu putea sau nu voia să admită caracterul schimbător al societății sau al structurii ei de clasă, pedagogia a acceptat, în parte în mod conștient, în parte inconștient, ideea permanenței actualului sistem social, străduindu-se să găsească mijloacele de adaptare a tineretului studios la această societate. În aceste condiții ea a devenit inevitabil conformistă și apologetică.

Testele de inteligență

Între timp s-a făcut o încercare de a se da pedagogiei un aspect mai autentic științific prin introducerea așa-numitelor teste de inteligență, preluate inițial din experiențe mai vechi menite să pună bazele unei criminologii științifice. Deoarece calitatea executării temelor de către indivizii examinați poate fi exprimată în cifre, iar aceste cifre pot fi adunate, împărțite și valorificate prin metode statistice, se consideră că rezultatele unor astfel de teste sînt absolut obiective și științifice. Ceea ce nu poate fi însă ascuns este modul tendențios în care sînt întocmite aceste teste. Într-o societate împărțită în clase, orice teste aplicate tuturor copiilor duc inevitabil la discriminare de clasă și, cum cei care întocmesc testele sînt în mod inevitabil oameni instruiți care se află sub influența modului de a gândi al claselor domi-

nante, rezultatele subliniază, desigur, avantajele sistemului de educație încetățenit de aceste clase.^{6.170c} În orice caz, contactul mai strâns pe care copilul de burghez îl poate avea cu părinții săi ce dispun de mai mult timp liber, cărțile pe care le are la dispoziție și posibilitățile de a vizita expoziții și muzee, de a face excursii și călătorii îi dau de la început un imens avantaj în educația sa. Dacă acest avantaj inițial, care se manifestă cu totul independent de inteligența subiectului, este confirmat apoi de rezultatele testelor de inteligență, el nu poate duce decât la un sistem de învățământ cu totul defavorabil copiilor din clasa muncitoare.

Acesta este, în mare măsură, procedeul folosit după război în sistemul de învățământ din Marea Britanie, pentru a justifica în continuare faptul că aproximativ 80% din copiii în vârstă de 11 ani, în cea mai mare parte copii din clasa muncitoare, sînt împiedicați să învețe mai departe, fiind considerați inapți pentru învățământul superior, în timp ce toți copiii ai căror părinți dispun de bani au posibilitatea să intre în așa-numitele „public schools”, care îi pregătesc să intre în învățământul superior. Prin acest mod de aplicare a științelor sociale, oamenii săraci sînt menținuți la același nivel cultural redus, insufliindu-li-se în același timp un sentiment de inferioritate atît de puternic, încît nici nu se consideră îndreptățiți să se simtă nemulțumiți din această pricină.

Criza învățământului științific și tehnic

Astăzi însă această soluție „minunată” devine tot mai problematică ca urmare a cerințelor tehnicii moderne, de care depinde supraviețuirea economică. Ea n-a fost concepută și bineînțeles că nu este în stare să asigure numărul mare de tineri cu pregătire științifică și tehnică de care are nevoie industria în epoca energiei nucleare și a automatizării. Cu multă întârziere, această lipsă este semnalată acum cu îngrijorare în Marea Britanie și în America, mai ales în urma șocului produs de informațiile referitoare la ceea ce s-a realizat în acest domeniu în Uniunea Sovietică (p. 853 și urm.). S-au întreprins nenumărate anchete și s-au depus rapoarte oficiale, dar s-au luat foarte puține măsuri.^{8.19 ; 8.30a ; 8.31} Marea Britanie are nevoie de mult mai mulți oameni cu studii superioare și de un caracter mai științific al învățământului de toate gradele. Aceasta implică însă un mai mare număr de profesori pentru disciplinele științifice, deci și o salarizare mai bună a acestora și a cadrelor didactice în general. Practic este vorba cel puțin de

dublarea cheltuielilor bugetare pentru învățămînt. În afară de aceasta, existența unui număr mare de oameni cu pregătire științifică, conștienți de importanța lor în viața economică a țării, amenință situația claselor dominante, în a căror educație predomină disciplinele umanistice. Dar dacă această revoluție în învățămînt nu va fi înfăptuită în timp util, țara își va pierde superioritatea pe tărîm industrial și, implicit, pe tărîm politic.

13. 5. Fundalul Ideologic

Psihologia

Dintre toate științele sociale, psihologia este aceea care, potrivit opiniei publice, și îndeosebi părerii intelectualilor, a realizat în secolul al XX-lea cele mai mari progrese și a exercitat cea mai puternică înrîurire în formarea concepțiilor generale asupra vieții și societății. Deși revoluția în psihologie, legată de numele lui Freud, a fost un produs al gândirii din secolul al XIX-lea (p. 772), pînă după primul război mondial ea a rămas puțin cunoscută în afara cercurilor de psihiatri. Marea ei influență asupra gândirii și, într-o oarecare măsură, asupra comportării oamenilor a fost resimțită abia în deceniul al treilea al secolului nostru. În vremea aceea, psihologia freudiană era considerată drept o descoperire la fel de impresionantă ca și darvinismul în secolul trecut și, întocmai ca și acesta, a devenit obiectul unor controverse violente, atrăgînd împotriva sa toate forțele reunite ale respectabilității și religiei. Astăzi, controversa s-a stins, dar o dată cu ea a dispărut și credința că freudismul a descoperit mecanismul funcționării sufletului omenesc. Acum ne găsim în situația de a-i putea aprecia locul în gândirea omenească, atît în ceea ce privește geneza cît și consecințele.

Sigmund Freud

Primele cercetări ale lui Freud au fost efectuate în domeniul științelor naturii. El era medic practician și făcea cercetări asupra acțiunii medicamentelor. Cînd a început să se ocupe de tratamentul bolilor nervoase, el a urmat în primul rînd metodele experimentale ale medicilor francezi Charcot (1825—1893) și Janet (1859—1947). Așadar, materialul cu care lucra era luat din lumea reală, deși reprezenta o mică parte din ea, deoarece pacienții săi proveneau în cea mai mare parte din aceleași cercuri intelectuale cărora le aparținea el însuși. Dar, indiferent de proveniența materialului studiat, ideile sale se integrau în atmosfera generală poziti-

vistă a vremii. Aici, mai mult decât în oricare alt domeniu științific, pozitivismul a influențat întreaga interpretare și prezentare a rezultatelor obținute prin noua metodă a psihanalizei.

Deși Freud însuși a căutat totdeauna să-și formuleze rezultatele cercetărilor în termenii realității obiective, entitățile pe care le-a construit aveau mai multă asemănare cu spiritele, cu virtuțile și cu facultățile dintr-o piesă de teatru alegorică a evului mediu decât cu obiectele materiale ale fizicianului sau chimistului. „Subconștientul” cu treimea sa — „ego”, „super ego” și „id” —, „complexele”, „cenzorul”, „refularea”, „libidoul” și „aspirația spre moarte” au fost inventate de Freud pentru a explica închipuirile stranii, visele și comportarea involuntară a pacienților săi. Tocmai datorită faptului că existența materială a acestor concepte nu putea fi demonstrată sub nici o altă formă, s-a manifestat tendința, mai ales în rîndurile adepților lui Freud, de a li se atribui un caracter absolut; s-a creat astfel un infern invariabil și aproape mitologic de influențe nefaste, a căror forță dăunătoare putea fi îngrădită, dar niciodată cu desăvîrșire înlăturată, prin tratamentul administrat de psihanalist.

Implicațiile sociale ale psihanalizei

Nu este locul în cadrul acestei cărți să discutăm principiile psihanalizei, ci să consemnăm doar implicațiile ei sociale. Firește că a trebuit să treacă un număr de ani pînă ce acestea s-au făcut simțite. La început, noua psihologie a întâmpinat cea mai violentă și isterică opoziție din partea campionilor respectabilității și religiozității burgheze. Abia după primul război mondial, cînd s-a spulberat iluzia stabilității eterne a modului de viață burghez, influența lui Freud a început să se răspîndească atît de rapid, încît psihanaliza a devenit, într-o formă mai mult sau mai puțin diluată, aproape o religie a intelectualilor.

Cauzele succesului ei trebuie căutate în starea obiectivă de nesiguranță din acea vreme. Punînd accentul pe importanța ascunsă a aspectelor iraționale și primitive ale sufletului omenesc, noua psihologie oferea o explicație, în realitate și o scuză, a incapacității omului de a face față problemelor sociale. Concluzia finală a psihologiei freudiene era că omul este dominat de propriile sale instincte subconștiente, sădite în el înainte de naștere și îndrumate cu grijă spre săvîrșirea răului în cursul educației din primii ani ai copilăriei.

Este adevărat că noile teorii ale psihanalizei au avut — și intenția autorului lor era într-adevăr de a avea — un

considerabil efect de eliberare de sub stăpînirea unor dogme mai vechi de același gen, ca aceea a păcatului originar. Psihologia freudiană a fost, cel puțin la început, categoric antireligioasă și a constituit un sprijin puternic pentru adoptarea unei atitudini mai înțelegătoare și mai libere față de copii și față de fenomenul sexual. Totuși, efectul general al psihanalizei asupra păturilor sociale care au îmbrățișat-o cu atîta entuziasm după sfîrșitul primului război mondial a fost de a abate atenția oamenilor de la orice încercare de a rezolva problemele sociale printr-o acțiune colectivă, în special politică, și de a le aduce în centrul preocupărilor propriilor persoane și în primul rînd viața lor sexuală.

Poziția lui Freud a fost și a rămas, în esență, științifică; preocuparea lui principală era aceea de a găsi cea mai simplă ipoteză care să-l călăuzească în interpretarea reacțiilor pacienților săi și a cauzelor care determinau ameliorarea obținută prin tratamentul său. Dar concepțiile sale științifice au fost de natură subiectivistă și pozitivistă și nu puteau duce decît la sporirea numărului de entități lipsite de conținut. Spre sfîrșitul vieții, cînd Freud a încercat să-și extindă ideile clinice asupra antropologiei și religiei, explicațiile sale au devenit de-a dreptul mistice.^{6.140a} Adepții săi, îndeosebi cei care s-au îndepărtat de formulările lui întrucîtva rigide, aveau să dezvăluie mult mai clar tendințele mistice de la baza noii psihologii. De fapt, prin Jung, psihologia a revenit nu numai la mit în sensul social al cuvîntului, ci și la noțiunea mitului ereditar și a adevărului „superior”, de natură ocultă, așadar la concepții care, într-o formă sau în alta, au constituit baza ideologică a majorității curenților fasciste din secolul al XX-lea. Tot astfel, prin accentul pe care l-a pus pe complexul puterii, Alfred Adler a fost, fără să vrea, un profet în slujba dușmanilor neamului său. Astăzi, în a doua jumătate a secolului al XX-lea, psihanaliza a devenit în lumea burgheză o „știință” aproape respectabilă și este pe cale chiar să se împace cu biserica, renunțînd, pentru a nu-i supăra pe clerici, la insistența ei deschisă asupra problemelor sexuale și oferind în locul ei o nouă infuzie anticomunistă.

Nu găsim necesar să ne referim aici și la alte curențe ale psihologiei, deoarece în afară de psihologia neurologică experimentală, despre care am vorbit în capitolul al 11-lea, ele reprezintă fie o simplă reactualizare a vechii psihologii grecești a facultăților spirituale, fie un freudism mai mult sau mai puțin diluat, în care intră de obicei și o puternică doză de misticism. În lumea capitalistă, rolul psihologiei este, după cum ne-o arată exemplul psihologiei industriale

despre care am scris mai înainte. (p. 822), acela de a oferi o justificare științifică a orînduirii economice și politice existente. Ea mai servește, de asemenea, la descurajarea oricărei încercări de a schimba această orînduire, tratînd-o drept o neadaptare emotivă. Ca și în cazul yogilor și misticilor (p. 124), căutarea unui adevăr lăuntric este o cale de mult bătătorită spre acceptarea pasivă a răului dinafară.

Filozofia și teologia în lumea capitalistă

Nici o expunere asupra dezvoltării științelor sociale în lumea capitalistă din secolul al XX-lea nu ar putea fi completă fără unele considerații privind *filozofia* și religia, sau, mai precis, baza teoretică a religiei — *teologia* —, socotită în evul mediu regină a științelor. Aceasta nu înseamnă că vreuna dintre ele ar fi o știință comparabilă cu științele despre care am vorbit; ele pretind a fi mult mai mult, dar conțin prea puține lucruri care să poată fi verificate într-un fel oarecare. Motivul pentru care le includem aici este că, în perioada capitalismului, științele sociale încă nu s-au eliberat complet de ideile și de formulările acestor forme preștiințifice de gîndire și simțire.

Teoriile sau teologiile diferitelor religii din lume, îndeosebi cele ale religiei creștine, s-au schimbat adeseori în trecut (p. 181 și 215), ca urmare a transformărilor care s-au produs în orînduirea socială. Ele se mai pot schimba în viitor sau pot să dispară cu totul. Este însă cu neputință să se stăruie și mai departe asupra unei concepții despre lume care se află în total dezacord cu condițiile existente, să se încerce a se subordona prezentul trecutului, oricare ar fi interesele urmărite. Aceasta este însăși definiția reacțiunii și a corespondentului ei intelectual, obscurantismul. În măsura în care teologia și filozofia se consacră acestei încercări, ele se condamnă singure la sterilitate.

În trecut, filozofia și teologia, întocmai ca științele naturii și religia, s-au găsit pe poziții cu totul antagoniste în lupta pentru cucerirea minților oamenilor (p. 485). Astăzi, în lumea capitalistă, ele pot să fie puse fără ezitare alături, fiind strîns legate de interesul de a menține statu-quo. Aflîndu-se într-o situație primejdioasă, ele au aplanat cele mai multe dintre conflictele lor pentru a face front comun împotriva noii filozofii materialiste.

Faptul că obscurantismul și misticismul în religie și filozofie se bucură în lumea „liberă” de o răspîndire mult mai largă decît acum 50 de ani este un simptom de regres general al nivelului intelectual al acesteia. Asistăm în zilele noastre la o reeditare a trecerii de la moda ateismu-

lui la o modă a religiozității, provocată pe vremuri de teama pe care revoluția franceză a inspirat-o claselor dominante. De data aceasta, pasul făcut înapoi este mult mai mare și se manifestă cu mai multă isterie, deoarece actualele clase dominante și acoliții lor sînt mult mai profund înspăimîntați decît clasele respective de acum 150 de ani. Cu toate acestea, regresul actual este mult mai superficial și mai fățarnic, în parte din cauză că științele naturii, care au luat o puternică dezvoltare în acest răstimp, au reușit să pătrundă în conștiința maselor, dar mai ales pentru că astăzi există o alternativă vie și în plin avînt față de obscurantismul pesimist al lumii capitaliste, alternativă care nu mai poate fi ignorată.

Regresul intelectual din secolul al XX-lea nu se caracterizează în nici un caz exclusiv prin reîntoarcerea la religie, fenomen despre care am mai vorbit (p. 808). Mai ales în primii ani de după primul război mondial, părea că asistăm la o reînviere a raționalismului, sub forma unor școli filozofice înfloritoare, ca pozitivismul logic al lui Russell și școala vieneză a lui Wittgenstein și Carnap, organicismul lui Whitehead sau pragmatismul și behaviourismul lui Dewey și Watson în Statele Unite. Însă, cu excepția unor gesturi de sfidare, noul pozitivism n-a opus o rezistență serioasă tendinței de reînviere a obscurantismului; dimpotrivă, mulți dintre exponenții lui i s-au alăturat. Nu biserica sau filozofia idealistă erau considerate acum a fi dușmanul, ci materialismul activ a Uniunii Sovietice. Prin critica logică adusă principiilor generale ale adevărului, pozitivismii au izbutit să zdruncine încrederea oamenilor în știință mai mult decît reușiseră s-o facă convingerile lor religioase.

Partizanii neutralității

În trecut, și mai ales în secolul al XVIII-lea, religia a fost supusă atacurilor din cauza absurdității dogmelor ei, și totuși a supraviețuit. O critică mult mai profundă, care a pus în discuție înseși bazele religiei, și anume rădăcinile ei sociale, a fost dezvoltată pentru prima oară de Marx ; 6.158a ; 6.8 această critică a reușit să pătrundă astăzi pînă și în cercurile academice. În prezent este îndeobște recunoscut că concepția oamenilor despre univers și despre locul pe care omul îl ocupă în univers, concepție care și-a găsit tradițional expresia în teologie și filozofie, nu este rezultatul gîndirii abstracte, nici al revelației divine, ci o

simplă oglindire a efectului cumulativ al tradiției sociale. Teologia și filozofia au fost construite de societatea omenască după propriul ei chip.

Paznicii oficiali ai credinței și înțelepciunii au respins întotdeauna cu înverșunare o astfel de interpretare în numele unei așa-zise cunoașteri superioare, care poate fi cu desăvârșire desprinsă de orice considerații de ordin social și care, fiindu-ne dată prin revelație, intuiție sau rațiune pură, este obiectivă și absolută. Apărarea unei asemenea poziții, care își are originea în începuturile gândirii conștiente și ignorează progresul social realizat de-a lungul veacurilor de dezvoltare a științei, nu este decât un alt aspect al orientării generale spre misticism a intelectualilor unei societăți în descompunere. Dar motivul invocat pentru respingerea unei interpretări sociale a filozofiei și religiei nu este cel adevărat. Adevăratul motiv este că acceptarea acestei interpretări ar lăsa actualul sistem social descoperit în fața tuturor atacurilor.

Astăzi este aproape indiferent dacă argumentele se întemeiază pe intuiție, credință, revelație sau rațiune pură. Ceea ce au comun prezintă mai multă importanță decât ceea ce le desparte. În aceste elemente comune își are rădăcinile afirmația despre *ființe* sau *idei* exterioare și imateriale independente de societate și care nu pot fi schimbate prin acțiunea omului. Cu asemenea idei se pot construi nenumărate scheme sau sisteme interesante, care pot fi plasate fie invocându-se venerabilele tradiții și înțelepciunea anticilor, așa cum fac propovăduitorii filozofiei platonice sau tomiste, fie prezentându-le ca cele mai recente descoperiri ale oamenilor de știință, inclusiv ale matematicienilor, care pătrund dincolo de manifestările aparente și înșelătoare ale materiei vulgare, așa cum procedează profesorii numeroaselor școli ale neopozitivismului și ale pozitivismului logic. Scopul lor comun, de obicei greu de recunoscut și foarte rar enunțat, se aseamănă foarte mult cu cel al modelelor lor din Grecia, India, China sau din lumea creștinismului medieval. Acest scop îl constituie păstrarea libertății și privilegiilor cetățeanului cult, ale brahmanului sau prelatului și, aproape implicit, menținerea sistemului social care le asigură. Ca și în trecut, deținătorii puterii sînt dispuși să plătească pentru răspîndirea acestor concepții, căci cheltuiala pe care o fac este cu totul neînsemnată în comparație cu sprijinul moral și intelectual pe care li-l asigură filozofii și teologii.

Dar forța aparentă a concepțiilor filozofice și religioase din zilele noastre ascunde o slăbiciune fatală. Tocmai pentru că sînt admirabil adaptate la justificarea relațiilor existente, ele și-au pierdut capacitatea de a stimula orice transformări. Nici științele naturii, nici științele sociale nu le pot utiliza pentru a realiza noi progrese. După cum s-a arătat mai înainte (p. 771), uriașele eforturi depuse de pozitivisti n-au dus la nici un rezultat în domeniul științelor naturii. Marile progrese ale secolului nostru au fost obținute prin folosirea experimentului, de natură explicit și implicit materialistă, strîns legat de tehnici pur materiale (p. 534 și urm.).

În domeniul științelor sociale, mesajul filozofiei pozitivistă a fost și mai evident negativ. Urmînd legile logicii verbale și simbolice, protagoniștii mai recentî ai acesteia au demonstrat că afirmațiile care nu sînt nici analitice, ca tautologiile din matematici, nici empirice, deci verificabile prin impresii senzoriale, sînt lipsite de conținut.^{6,3} În consecință, ei afirmă că tot ceea ce ține de domeniul științelor sociale este lipsit de sens și contestă orice semnificație valorilor religioase, morale și estetice. Refuzînd să admită că aproape tot ceea ce de obicei se consideră a fi filozofie, etică sau estetică ar avea vreun sens, pozitivistii nu intenționau, în majoritatea cazurilor, să discrediteze aceste discipline. Scopul lor era mai curînd să-și reducă propriul domeniu de cercetare la logică și la experiența simplă, iar mai tîrziu numai la logică. Restul îl lăsau pe seama intuiției religioase sau mistice, deoarece dovediseră, spre propria lor satisfacție, că rațiunea era neputincioasă în aceste domenii. Ultima secțiune din „*Tratatul logico-filozofic*” al lui Wittgenstein este intitulată : „Misticul” și se încheie cu următoarele cuvinte : „Despre ce nu se poate vorbi trebuie trecut sub tăcere”. Pe baza unor asemenea formulări ciudate s-a stabilit acum o alianță nu prea sfîntă între credință și rațiune.

În toate problemele practice din domeniul social și politic nu mai există astăzi nici un fel de divergențe între pozitivisti și teologi. Și unii, și alții caută să dovedească imposibilitatea unei concepții raționale care să abordeze în mod istoric studiul societății. Și unii, și alții caută să îngrădească sfera cunoașterii și acțiunii omenești. În felul acesta, cunoașterea științifică a lumii materiale ar putea fi înlocuită printr-un misticism mărturisit sau nemărturisit. Și unii, și alții sînt, în cel mai strict înțeles al cuvîntului, *obscuranțiști*. Un asemenea mod de a gîndi nu poate decît să sprijine reacțiunea, oricît s-ar considera protagoniștii lui drept gînditori progresiști și înaintați. Ei tind să submineze încrederea oa-

menilor în capacitatea lor de a înțelege și de a stăpîni propria lor societate, de a modela prin știință lumea exterioară în așa fel încît să servească nevoilor omenirii.

Tocmai în acest domeniu eșecul celor mai de seamă gînditori ai „civilizației occidentale” este total. Ei nu pot da soluții noi marilor probleme ale epocii actuale: nesiguranța economică, exploatarea colonială și războiul. Iar vechea soluție se rezumă astăzi aproape exclusiv la menținerea la nesfîrșit a capitalismului, înarmat pînă în dinți și dispunînd de puteri polițienești depline. Oricare ar fi titulatura atrăgătoare sub care este prezentată — libertate, democrație, moștenire creștină, societate deschisă^{2.40} —, este limpede că această soluție nu izbutește să inspire entuziasm maselor.

Ipocrizie și evaziune

Niciodată fățarnicia — conștientă sau inconștientă — n-a fost mai înfloritoare ca în zilele noastre. Cum se poate vorbi despre libertate individuală într-o societate în care aproape orice mijloc de exprimare a părerii se află în mîinile cîtorva oameni bogați sau ale guvernelor aservite lor și în care succesul, mijloacele de trai și chiar libertatea individului nu sînt asigurate decît celor care gîndesc așa cum li se impune? Cum se poate vorbi despre posibilități egale de dezvoltare într-o lume în care mai mult de jumătate din populație este lipsită pînă și de strictul necesar, fiind flămîndă, măcinată de boli și ținută în ignoranță, iar majoritatea celorlalți duc o viață mohorîită și plină de îngrădiri? Cum se poate vorbi despre morală și iubirea aproapelui sau despre caracterul sacru al vieții omenești, într-un sistem social bazat pe exploatarea oamenilor în folosul unei minorități și în care una dintre principalele surse de profit o constituie pregătirea unor mijloace științifice cît mai perfecționate pentru a-i sfîșia pe oameni în bucăți, a-i arde de vii sau a-i otrăvi?

Nu este deci de mirare că pentru a feri mintea oamenilor de influența lucrurilor supărătoare ale acestei lumi se recomandă contemplarea unor sfere mai înalte, sau, cînd acest lucru nu e posibil, se îngăduie întoarcerea la orice formă veche sau nouă de absurditate mistică. Pînă și uitata astrologie a evului mediu poate deveni astăzi din nou rentabilă. Oricine își dă osteneala să privească în față realitatea va vedea cît de înapoiat este actualul nivel general al gîndirii intelectuale în lumea capitalistă față de cel de acum 100 sau chiar acum 50 de ani. Această gîndire este mult mai puțin rațională, mult mai puțin sănătoasă și mult mai puțin optimistă.

Speranța în viitor și încrederea în capacitatea oamenilor de a-l făuri prin propriile lor eforturi au fost menținute în lumea capitalistă numai datorită acelor oameni, în număr tot mai mare, care s-au eliberat din îngrădirile acestei filozofii decadente și pesimiste. Mulți dintre ei și-au legat nădejtile de mișcarea clasei muncitoare și au participat la marile ei lupte, mai îndrjite decît oricînd înainte, dar și mai des încununate de victorie. Unii au înțeles din această experiență sensul ideilor și perspectivele formulate de Marx și Engels cu mult înainte. Aceștia nu mai sînt singuri. Mulți alții, care nu împărtășesc vederile lor filozofice și care dezaprobă multe lucruri din politica pe care o duc, se simt îndemnați să protesteze împotriva a ceea ce a fost săvîrșit sau se pregătește în numele lor.

Discriminarea rasială, asupra coloniale, risipirea de resurse pentru înarmări și, lucrul cel mai înspăimîntător, perspectiva nimicirii totale prin bomba cu hidrogen i-a determinat să protesteze pînă și pe foștii partizani ai războiului rece. Mulți au sprijinit războiul rece numai pentru că li se păruse și mai rea alternativa unui „comunism totalitar“, așa cum le era înfățișată. Dar o dată cu apariția bombei cu hidrogen s-a ajuns la un punct cînd și această obiecție a fost depășită. Bertrand Russell a fost la început printre cei cărora li se părea că pacea ar fi cel mai bine asigurată prin victoria definitivă a Statelor Unite înarmate cu bomba atomică. În 1954 însă el și-a dat seama de înspăimîntătorul potențial de distrugere al bombei cu hidrogen și a ajuns la convingerea că această armă va fi folosită într-un viitor război. Încredințat că dacă ar fi de ales între nimicirea totală a lumii și comunism, prima ar fi pentru omenire o alternativă mai rea, Russell a cerut ca toate statele să renunțe la război și să pună bazele unui stat mondial. El și-a exprimat aceste păreri într-o scrisoare semnată alături de Einstein; el a propus totodată organizarea unei întîlniri a oamenilor de știință din ambele părți ale „cortinei de fier“ pentru a discuta primejdiile războiului nuclear și mijloacele de a-l preîntîmpina. Bertrand Russell a dat dovadă de mult curaj luînd această hotărîre, iar ecoul pe care ea l-a trezit a arătat că opiniile exprimate de el erau împărtășite de mulți oameni din cercurile științifice, ca și din afara lor.

Chiar făcînd abstracție de caracterul de sinucidere al unui război nuclear, necesitatea scindării lumii în două lagăre ostile apare astăzi tot mai greu de justificat. Noii conducători sovietici au recunoscut că în țara lor au existat încălcări ale legalității și acte de represiune. Punîndu-le capăt, ei au făcut

pași serioși spre restabilirea unei mai depline libertăți și democrații și spre asigurarea împotriva vreunei reveniri la cultul personalității. Vechile contraste ale războiului rece, când se zugrăvea totul numai în alb și negru, nu mai sînt atît de puternice din orice parte ar fi privite. Războiul rece și-a pierdut astăzi însăși rațiunea de a fi. Alte probleme, mai ales cele din Asia și Africa, împing pe al doilea plan vechile divergențe. Influența pacifică a Indiei în destinderea încordării internaționale se resimte tot mai mult. Intelectualii încep să întrevedă cum ar putea arăta o lume fără război, mai ales că, așa cum a arătat pentru prima oară Sartre, renunțarea la războiul rece presupune în mod logic nu izolare morală, ci înțelegere și colaborare activă.

Această înțelegere trebuie să se extindă în primul rînd asupra celor petrecute în procesul de construire a primului stat socialist — o vastă experiență socială, a cărei influență s-a manifestat de atunci și în celelalte state socialiste, ba și departe dincolo de granițele lor. Prin aceasta se deschid noi perspective științelor sociale, căci, după cum am văzut, în trecut aceste științe s-au dezvoltat într-o societate împărțită în clase și s-au ocupat în mod necesar numai de o astfel de societate. În țările socialiste se dezvoltă forme sociale noi, elaborate în mod mult mai conștient decît transformările tradiționale din orînduirea socială anterioară. Asistăm acum la închegarea unei științe sociale care este în același timp experimentală și analitică.

13. 6. Științele sociale în lumea socialismului

În edițiile anterioare ale acestei cărți am vorbit despre științele sociale în socialism și am făcut comentarii destul de amănunțite asupra lor. Acum, avînd în vedere că s-au scurs atîția ani și că oamenii din întreaga lume au ajuns să cunoască mai mult despre caracterul noilor state socialiste, acest lucru pare a nu mai fi necesar.

Scopul acestui capitol este acum numai de a arăta în linii generale felul în care au fost influențate științele sociale în Uniunea Sovietică, Republica Populară Chineză și în țările de democrație populară din Europa răsăriteană de revoluția socială înfăptuită în aceste țări. Într-adevăr, calea urmată aici de științele sociale se deosebește în mod radical de cea pe care s-au dezvoltat ele în țările capitaliste.

În timp ce filozofii, economiștii, istoricii și alți specialiști din domeniul științelor sociale din țările capitaliste erau prinși în vîlmășagul evenimentelor tulburi dinaintea și de după cel de-al doilea război mondial, colegii lor din lumea socialistă au fost preocupați de sarcini cu totul diferite, avînd

de rezolvat o mulțime de noi probleme practice. Ei au trebuit să se ocupe de noua construcție materială și socială, de făurirea — în pofida unor imense greutăți — a unei vieți noi în fabrici, unde muncitorii erau interesați în mod pozitiv și nemijlocit să îmbunătățească producția, în colhozuri, în instituțiile noi ale popoarelor din Asia, în marea operă de organizare a ocrotirii sănătății și a învățămîntului public. Ei au trebuit totodată să facă față dificultăților unei societăți în dezvoltare, încercuite de dușmani din afară și frământate de lupte interne.

Primul stat socialist

Timp îndelungat după revoluție, Uniunea Sovietică a fost singurul stat socialist din lume. Popoarele ei au fost nevoite să construiască cu propriile lor resurse o societate nouă și să descopere în cursul acestui proces cum trebuie făcut acest lucru. Întreaga istorie a Uniunii Sovietice s-a caracterizat printr-un uriaș efort constructiv, care s-a izbit neconținut de greutăți interne, naturale și sociale, precum și de ostilitatea înverșunată a capitaliștilor, care și-a găsit expresia în războaie, în blocaje economice, într-o propagandă dușmănoasă neîntreruptă și în încercări de răsturnare a regimului. Pentru a putea rezista și pentru a construi o nouă economie și o nouă cultură înfruntînd atîtea greutăți, poporul sovietic a trebuit să dea dovadă de hotărîre, disciplină și perseverență mai mare decît tot ce s-a cerut în trecut vreunui alt popor.

Firește, marile evenimente din acele vremuri și-au lăsat amprenta asupra concepțiilor din domeniul științelor sociale într-o măsură mult mai mare decît s-au răsfrînt evenimentele din aceeași perioadă asupra științelor sociale din lumea capitalistă. Căci în Uniunea Sovietică gîndirea economică și politică nu era un ornament academic, ci o parte esențială a vieții de toate zilele și a marilor sarcini ale construcției socialiste. Evenimentele se succedau însă în Uniunea Sovietică adeseori într-un ritm atît de rapid, încît gîndirii care le reflecta îi era greu să le țină pasul, și abia în timpul de față va fi posibil să se analizeze influența asupra gîndirii sociale și economice a prefacerilor care au avut loc din 1917 și pînă în zilele noastre. Fără îndoială că nu sînt omul cel mai indicat să fac această apreciere, întrucît nu dispun nici de timpul necesar și nici de accesul la izvoarele originale. Tot ceea ce pot face este să arăt foarte pe scurt care au fost, după părerea mea, principalele influențe și să las în seama altora sarcina de a studia în amănunt urmările lor.

Influența cea mai puternică și cu efectele cele mai durabile a exercitat-o însăși Marea Revoluție Socialistă din Octombrie, înfăptuită de partidul comunist, pentru a cărui creare Lenin a făcut atât de mult. Ideile lui Lenin, pe care le-a expus în numeroasele sale lucrări dinainte și de după revoluție și la care ne-am referit deja pe scurt (p. 787), și-au lăsat amprenta asupra tuturor evenimentelor care au urmat. Deși uneori sensul acestor idei a fost estompat și, într-o anumită măsură, îngustat în chip dogmatic, ele nu s-au putut pierde niciodată. Într-o măsură și mai mare decât învățătura lui Lenin, cea mai prețioasă moștenire lăsată de el a fost felul cum a știut s-o transpună în practică. Oricât de grea și de primejdioasă era situația, oricât de desperate erau măsurile ce trebuiau luate pentru a-i face față, Lenin a avut întotdeauna încredere în mase, le-a dat ascultare și le-a împărtășit planurile sale, astfel încât s-a bucurat de înțelegerea poporului, avînd de partea sa voința și speranțele acestuia. Uitarea vremelnică a acestei pilde avea să fie izvorul celor mai negative trăsături ale guvernării lui Stalin.

Stalin însuși, pe lângă meritele istorice pe care le-a avut în perioada trecerii la socialism, a avut o contribuție însemnată la elaborarea teoriei socialiste, în special prin ideile sale cu privire la națiune și prin sublinierea necesității unei puternice baze economice pentru trecerea la comunism. Tragic pentru el și pentru Uniunea Sovietică în ultima parte a vieții lui a fost prăpastia ce s-a creat între vorbele și faptele sale.

Noi avem tendința de a considera istoria într-o prea mare măsură în funcție de activitatea unui număr mic de personalități, în parte din cauză că ea poate fi ușor concepută de mintea noastră numai atunci cînd este condensată în această formă. Adevărata influență a revoluției este suma a nenumărate acte de luptă, de creație și de devotament față de cauză, săvîrșite de milioane de oameni uniți în organizațiile lor : partidul, syndicatele, colectivele. Partidului i-au revenit cele mai grele sarcini materiale și politice, legate de refacerea economiei țării și respingerea intervenției străine. Mai mult, el a trebuit să ducă la capăt aceste sarcini fără ajutorul și, adeseori, în condițiile dușmăniei fățișe sau ascunse a vechilor funcționari. El a trebuit să descopere și să aplice fără întârziere noi forme sociale potrivite pentru o societate care nu a mai existat niciodată în lume. Membrii de partid nu ar fi putut realiza niciodată ceea ce au realizat dacă nu ar fi avut cheia pentru înțelegerea dinamicii sociale, dacă nu ar fi știut cum să descătușeze inițiativa și să dea cîmp liber de manifestare capacității a milioane de oameni în vederea să-

vîrşirii unor acţiuni coordonate. Ei au aflat aceste lucruri în operele lui Marx şi Engels, pe care au ajuns să le înţeleagă şi să le dezvolte pe baza propriei lor experienţe.

Partidului comunist al Uniunii Sovietice i-a revenit efectiv sarcina de a înfăptui acest uriaş pas în istoria omenirii : făurirea, menţinerea şi consolidarea primului stat socialist din lume.

Uniunea Sovietică — stat multinaţional

Uniunea Sovietică însăşi a devenit primul exemplu de stat multinaţional, care a eliberat naţiuni cu tradiţii istorice şi a creat naţiuni noi din ceea ce înainte fuseseră doar popoare şi triburi asuprite. Acest exemplu, care a fost urmat acum de China şi va mai fi urmat în multe alte părţi ale lumii, deschide calea spre o concordanţă între individualitatea culturală şi istorică a grupurilor naţionale şi interdependenţa lor politică şi economică.

Această politică naţională avea să aibă, cu timpul, o influenţă simţitoare în afara hotarelor Uniunii Sovietice. Ea a constituit un exemplu foarte grăitor pentru naţiunile asuprite din ţările coloniale şi din alte ţări aflate sub dominaţia imperialistă. Ele s-au putut convinge că este practic posibil să-şi afirme dreptul la o cultură proprie şi în acelaşi timp să păsească, prin propriile lor eforturi, în rîndurile statelor industriale moderne. Acesta este secretul încrederii în sine care însufleţeşte în zilele noastre mişcarea de eliberare naţională din Asia, Africa şi America Latină. Această politică a fost unul din factorii care au inspirat statele participante la Conferinţa de la Bandung a ţărilor afroasiatice, care, ca parte a „blocului neutru“, au schimbat într-o asemenea măsură înfăţişarea politicii internaţionale şi au făcut o breşă în frontul războiului rece.

Industrie planificată şi agricultură colectivizată

Tocmai prin planificarea industriei, în special a industriei grele (1928), Uniunea Sovietică şi-a adus cea mai mare contribuţie la dezvoltarea culturii materiale. Din acest moment principiile socialiste erau traduse în mod concret în practică, demonstrînd, în ciuda tuturor obstacolelor, superioritatea ţelului socialist al producţiei planificate pentru satisfacerea necesităţilor, în comparaţie cu producţia care urmăreşte obţinerea de profituri şi este dominată de concurenţă, chiar dacă prin crearea monopolurilor această concurenţă şi-a schimbat caracterul. Descoperirea celor mai eficace metode de planificare,

între altele în probleme ca valorificarea resurselor naturale, recrutarea și instruirea unei forțe de muncă cu înaltă calificare, precum și menținerea unor juste proporții între organizația centrală și cea locală, a trebuit să fie în mare măsură rezultatul activității practice, formînd astfel baza unei științe economice de tip nou. În ciuda a numeroase greșeli, învățămintele au fost trase, mărturie stînd rapiditatea cu care producția din lagărul socialist ajunge din urmă și depășește producția din lumea capitalistă. Aceste învățăminte au o valoare universală : ele pot fi aplicate rapid în orice țară slab dezvoltată, guvernată după principii socialiste. Experiența statelor socialiste în domeniul planificării economiei a și exercitat o puternică influență nu numai asupra unor țări slab dezvoltate ca India și noile state din Africa, ci și asupra țărilor capitaliste industriale.

La scurt timp după introducerea planificării industriei în Uniunea Sovietică și ca o completare necesară a ei, a urmat reforma metodelor de organizare a agriculturii prin crearea de colhozuri în locul gospodăriilor țărănești individuale și inegale, care luaseră ființă în 1917 în urma împărțirii moșiilor nobilimii. Fără colectivizare nu ar fi posibil să se asigure o judicioasă folosire a mașinilor agricole, la început foarte puține la număr, pentru a furniza hrană suficientă unei populații ocupate într-o proporție tot mai mare în industrie. Crearea de colhozuri nu reprezintă singura cale de rezolvare a acestei probleme. Această metodă a fost sensibil modificată chiar și în Uniunea Sovietică acum, cînd ea dispune de resurse mai mari.

Războiul : semnele prevestitoare și urmările lui

Situația popoarelor Uniunii Sovietice, ca și a celor din restul lumii, ar fi fost cu totul alta dacă ar fi avut asigurată o dezvoltare economică și socială în condiții de pace. De fapt, Uniunea Sovietică a fost în permanență obiectul unui amestec pasiv sau activ din partea țărilor capitaliste, culminînd cu cel de-al doilea război mondial, care i-a pustit cele mai bogate teritorii și a provocat moartea a 30 000 000 de soldați și de cetățeni sovietici. În cursul aceleiași perioade, popoarele Chinei asuprite de propriii lor feudali și de propria lor burghezie, cu ajutorul și complicitatea puterilor capitaliste, au suferit povara războaielor aproape neîntreprinse, atît a celor civile, cît și a celui purtat împotriva imperialismului japonez.

Aceste evenimente pot contribui la înțelegerea politicii interne a Uniunii Sovietice în anii de tensiune internațională

care au început, în 1933, o dată cu venirea la putere a lui Hitler și care au continuat, în 1950, cu o nouă perioadă de încordare datorită războiului rece în viața internațională. În acea vreme, în fruntea taberei adverse stăteau Statele Unite. Popoarele Uniunii Sovietice s-au aflat în toată această perioadă într-o stare de asediu, în cel mai adevărat sens al cuvîntului, iar această situație, chiar dacă poate fi atenuată, nu poate fi lichidată definitiv decît prin terminarea războiului rece sub presiunea opiniei publice mondiale. Numai un regim animat de cea mai nestrămutată hotărîre putea să reziste în aceste condiții, și aceasta explică în mare măsură tolerarea dominației personale a lui Stalin și a cultului personalității lui, în ciuda numeroaselor sale acte de nedreptate și arbitrar. Odată cu succesele tot mai mari obținute de economia sovietică, această fază se apropie de sfîrșit și vedem deja roadele învățămîntului și științei sub conducerea mai blîndă și mai democratică a lui Hrușciiov. Deocamdată este greu să-ți faci o imagine echilibrată despre dezvoltarea statelor socialiste în luptă cu greutățile situației obiective, pe de o parte, și greșelile, denaturările unor principii, nedreptățile efective și străduința de a le înlătura, pe de altă parte.

O asemenea imagine ar fi însă de cea mai mare însemnătate, deoarece ea privește problema esenței însăși a marxismului, cît și probleme speciale pe care nici Marx și nici chiar Lenin nu le-au putut întrezări decît foarte vag, ca problema statului în perioada construirii socialismului și a trecerii la comunism. Ceea ce ne trebuie nu sînt nici laude, nici defăimare, ci o mai adîncă înțelegere a raporturilor dintre individ și colectiv într-o societate care se transformă rapid. Aceasta este una dintre cele mai importante probleme ale științei politice și, pe măsură ce ea va fi rezolvată, va oferi avertismente și învățăminte pentru acțiuni viitoare. Nici un om căruia îi este scumpă cauza fericirii omenirii nu poate să nu regrete suferințele și nedreptățile care au însoțit construirea primului stat socialist. Unele erau inevitabile; din celelalte trebuie trase învățăminte ca să poată fi evitate în viitor, cunoscîndu-se cauzele lor. Învățămintele se trag. În orice caz, faptele care au avut loc nu au folosit decît prea puțin dușmanilor socialismului, întrucît este evident că Uniunea Sovietică a supraviețuit, în pofida tuturor greutăților interne și externe, și că a dat dovadă de suficientă forță lăuntrică pentru a trece la înfăptuirea unor schimbări.

Acest proces continuă, intrînd într-o nouă fază, corespunzător posibilităților oferite de planul septenal în ceea ce privește dezvoltarea concomitentă a industriei grele, a industriei bunurilor de consum și a construcției de locuințe. În viitor, Uniunea Sovietică, la fel ca toate celelalte țări so-

cialiste și spre deosebire de orice țară capitalistă, va fi în stare să folosească din plin noua revoluție care are loc în știință și tehnică și tot ceea ce această revoluție aduce cu sine în procesul de transformare a societății omenești. Cu toată amploarea problemelor sale și nivelul scăzut de la care a pornit economia sa, poporul chinez nu va trebui să aștepte mulți ani până când să culeagă și el roadele strădaniilor sale.

13. 7. Spre o nouă știință a societății

Faptul că în Uniunea Sovietică s-a rupt cu greșelile trecutului și că acolo se petrec transformări uriașe (care se află încă în primele lor faze) face ca o analiză amănunțită asupra stadiului de dezvoltare a științelor sociale să fie greu de realizat și prea puțin utilă. Totuși, am vrea să urmărim în linii generale istoricul evoluției lor, punând accentul mai ales pe noile orientări ale gândirii și analizei sociale.

Marile deosebiri dintre condițiile materiale și politice în care lucrează specialiștii din domeniul științelor sociale în Uniunea Sovietică și cei din țările capitaliste (p. 847) explică numai parțial deosebirea în modul de tratare a acestor științe în cele două sisteme. Există și alte explicații, de ordin istoric. Sub regimul țarist, marxistii n-au jucat, firește, niciodată un rol important în cercurile oficiale și culturale. Cucerirea puterii și instalarea unui guvern marxist, care se sprijinea mai cu seamă pe muncitorii industriali, a dus în mod normal la năzuința de a transforma științele sociale, dându-li-se o bază marxistă. Dar acest proces a fost lent, dificil și expus greșelilor. De unde în trecut fusese doctrina unei minorități mereu prigonite într-o măsură mai mare sau mai mică, marxismul a devenit ideologia oficială.

Ar fi greșit totuși să se considere științele sociale din Uniunea Sovietică ca o simplă continuare a tradiției mișcării revoluționare marxiste. A fost nevoie la început de un îndelungat proces de asimilare a acestei tradiții cu atât mai lent cu cât imediat după revoluție toți marxistii de seamă au fost folosiți în mare măsură în funcții administrative și politice. În prima fază a avut loc doar procesul de însușire a concepției marxiste de către vechii specialiști din domeniul științelor sociale și abia după primii 20 de ani a apărut o generație tânără, educată în cea mai mare parte în spirit marxist. Lealitatea și chiar entuziasmul în construirea Uniunii Sovietice nu implicau neapărat înțelegerea sau recunoașterea marxismului.

Însuși obiectul științelor sociale — societatea omenească, cultura și instituțiile ei — a suferit o schimbare radicală datorită revoluției și a continuat să evolueze într-un ritm mai mult sau mai puțin rapid în anii ce i-au urmat. Aceasta a creat

nevoia unor noi metode de cercetare și a deschis calea spre o aplicare creatoare a ideilor marxiste. Este adevărat că specialiștii în domeniul unor discipline mai vechi, ca istoria, antropologia și filologia, puteau să-și continue munca pe căi mai mult sau mai puțin bătătorite, dar nu fără a ține seama de spiritul vremurilor noi. Economiiștii însă au fost nevoiți să ia cercetările de la început, pe o bază fundamentală diferită de aceea a vechii economii politice, subordonată pieței și goanei după profit; pe de altă parte, acum nu mai erau simpli observatori, ci participanți activi la elaborarea unor forme și măsuri economice noi, schițate doar în linii foarte generale în operele clasicilor marxiști.

Reconsiderarea istoriei

Această influență nu se limitează numai la noile forme sociale, ci se extinde și asupra studiului unor orînduiri sociale, din trecut și din zilele noastre. Unul dintre aspectele caracteristice în această direcție este interesul pentru istorie și pentru științele înrudite, domenii în care aplicarea ideilor marxiste a dus nu numai la o nouă interpretare, dar și la scoaterea la lumină a unui nou material documentar. Aceste studii s-au ocupat, în primul rînd, de moștenirea culturală a poporului rus și a altor popoare din Uniunea Sovietică. Istoria, arheologia și antropologia au ajuns la o înflorire fără precedent. Arheologii sovietici au descoperit, prin expediții bine planificate și organizate, domenii necunoscute ale trecutului. O mare parte dintre aceste lucrări, deși au fost publicate, nu sînt îndeajuns cunoscute de restul lumii. Știm totuși că, începînd din perioada neolitică, pe teritoriul Rusiei și Asiei Centrale au înflorit culturi și civilizații despre a căror existență nu se bănuia nimic. Noile date, care aduc o contribuție importantă la explicarea valurilor succesive de migrațiuni ale popoarelor, ar trebui să devină o parte integrantă din istoria universală.

Mai importantă încă, fiind mai legată de problemele noastre actuale, este reconsiderarea atentă a istoriei Europei, din care istoria Rusiei a făcut totdeauna parte integrantă, oricît ar contesta-o apărătorii „civilizației creștine occidentale”. S-a stabilit care au fost relațiile dintre vechile triburi rusești cu scandinavii, pe de o parte, și cu Bizanțul, pe de alta, și s-a lămurit caracterul specific național al acestor triburi. Dar activitatea de cercetare a istoricilor ruși nu s-a oprit aici. Studiile profesorului Kosminski asupra istoriei Angliei și Franței medievale au meritul, recunoscut de oamenii de știință, de a fi pus într-o lumină nouă apariția și descompunerea feudalismului. Noile metode de cercetare istorică, bazate pe

marxism, au și început să dea roade nu numai înăuntrul Uniunii Sovietice, ci și în afara ei.

Istoria științei ruse

Actuala concentrare a preocupărilor asupra istoriei științei și tehnicii prezintă un interes deosebit, cu atât mai mult cu cât în trecut ea a fost complet delăsată. Aceste cercetări au început mai de mult în Uniunea Sovietică, iar contribuția delegației sovietice la Congresul de istorie a științelor care s-a ținut la Londra în 1931 a produs o profundă impresie, dezvăluind o nouă concepție despre știință, privită mai mult ca un fenomen social și economic decât ca o expresie a gândirii absolute și pure.^{4.86} Se poate spune că această concepție a pus bazele unei școli cu totul noi, care, împreună cu criticii ei, au consacrat recunoașterea importanței istoriei sociale a științei. De atunci s-au făcut cercetări mai aprofundate, care au deschis perspective mai largi și au înlăturat unele concepții inițiale necorespunzătoare. Demnă de remarcat este, de pildă, lucrarea lui S. I. Vavilov despre Newton, (p. 332)^{4.108} care oferă posibilitatea unei pătrunderi mai adânci în opera acestuia și dă o explicație mai clară asupra originii ideilor sale din domeniul chimiei și teoriei atomiste, probleme care pînă atunci fuseseră neglijate.

Firește că interesul principal s-a concentrat asupra istoriei științelor din Rusia, un subiect neglijat fără nici o justificare de cei mai mulți dintre istoricii din trecut ai științelor. Revendicarea exagerată a priorității pentru oamenii de știință ruși care a făcut parte din campania de ridicare a conștiinței naționale nu trebuie să ne împiedice să prețuim la justa lor valoare cercetările făcute. Ar trebui, dimpotrivă, să ajungem la o recunoaștere generală a contribuției cu adevărat prețioase a oamenilor de știință ruși la dezvoltarea științei de-a lungul veacurilor. În afară de nume celebre, ca Lobacevski, Mendeleev și Pavlov, Rusia a dat talentați savanți și inventatori, ca, de pildă, chimistul Butlerov (1828—1886), fizicienii Lodișhin (p. 445) și Popov (p. 550) și unul dintre pionierii aeronauticii, Jukovski (1847—1921), pentru a nu-i cita decât pe aceștia. S-a acordat multă atenție și istoriei tehnicii, mai mult chiar decât în Marea Britanie, țara de baștină a revoluției industriale.

Locul pe care-l ocupă științele sociale

În afară de antropologie, care este studiată profund, sociologia și psihologia socială nu au luat, după cîte știu, un mare avînt în Uniunea Sovietică. Ideile preconceptuate în ceea

ce privește formele de manifestare ale noilor curente de cercetare socială în lumea capitalistă au frînat în oarecare măsură dezvoltarea în Uniunea Sovietică a unor științe sociale de tip nou, bazate pe aprecierea marxistă a importanței factorilor istorici și economici și pe aplicarea — mai corectă și mai inteligentă decît în țările capitaliste — a noilor metode statistice și de analiză dezvoltate acolo (p. 817 și urm.). Sarcina de a elabora o asemenea știință este cu atît mai importantă, cu cît într-o societate în rapidă dezvoltare și în care sînt create mereu noi forme de organizare există toate posibilitățile pentru dezvoltarea unei sociologii dinamice care, dacă are o valoare științifică, va trebui să înlesnească realizarea transformărilor sociale și prevenirea greșelilor.

Un rol deosebit de important din acest punct de vedere ar trebui să-l aibă psihologia socială. Astăzi nu se mai poate susține că schimbarea modului de producție și a relațiilor de producție corespunzătoare înlătură implicit cazurile de neadaptare psihologică. Cît despre metodele constrîngerii și a propagandei primitive, astăzi este îndeobște cunoscut că, chiar atunci cînd sînt folosite cu cele mai bune intenții și pentru atingerea celor mai nobile scopuri, ele adîncesc răul pe care ar fi trebuit să-l remedieze. Actuala politică de reîntoarcere la rațiune și la metodele de convingere va solicita imperios dezvoltarea și aplicarea practică a unei psihologii sociale eficiente. În această direcție avem numeroase exemple practice în organizarea unor noi colective și alte grupe de lucru, ca cele ilustrate, de pildă, prin viața și opera lui Makarenko (p. 852 și urm.). Oameni ca el au dovedit că, dacă fiecare om învață din experiența sa și devine conștient de importanța rolului său în societate și dacă i se dă posibilitatea să-și spună cu greutate părerea în munca sa de fiecare zi, dispare în mare măsură sentimentul de inferioritate și apatia, atît de caracteristice pentru societatea împărțită în clase antagoniste din trecut și din zilele noastre.

Economia politică sovietică

Economia politică ocupă un loc central în gîndirea marxistă. Ea a fost însă, chiar și pe timpul lui Lenin, aproape exclusiv preocupată de analiza critică a economiei capitaliste și s-a dovedit de folos noii societăți mai mult arătîndu-i ce nu trebuie să facă decît învățînd-o ce trebuie să facă. Întreaga istorie a Uniunii Sovietice este un șir neîntrerupt de inovații în economie: naționalizarea industriei, colectivizarea agriculturii, trecerea investițiilor și comerțului exterior în mîinile statului. În același timp a continuat să existe și mica producție de mărfuri în sectorul particular. A trebuit să se

elaboreze și un sistem financiar adaptat dotării tuturor acestor întreprinderi. Din rezolvarea, în cele din urmă încununată de succes, a acestei probleme ar fi multe de învățat. S-a elaborat, de pildă, o teorie a prețului de cost și a prețurilor de vânzare în condițiile în care acestea nu depind de piață, ci pot fi fixate, în cadrul anumitor limite, în conformitate cu politica guvernului. Și problema salariilor prezintă dificultăți. În primii ani de după război, guvernul sovietic a preferat să ridice salariul real prin reducerea prețurilor, în așa fel încît să nu afecteze importantul stimulent acordat muncitorilor calificați. Astăzi însă se pare că se tinde spre o reducere a decalajului dintre salarii, sporindu-se salariile la categoriile inferioare de retribuire și acordîndu-se sindicatelor o mai largă participare la fixarea tarifelor de salarizare.

În Uniunea Sovietică s-a scris mult asupra problemelor economice, dar, după cîte știu, nu există traduceri ale acestor lucrări la dispoziția cercetătorilor străini. Din acest punct de vedere, manualul oficial de economie politică este evident necorespunzător: de altfel, el a fost criticat și urmează a fi refăcut structural. Se pare deci că teoria economiei socialiste n-a fost încă complet elaborată, constituind obiectul unor vii controverse. O dificultate pe care au avut-o de întîmpinat pînă de curînd economiștii din Uniunea Sovietică a fost lipsa de acces la cea mai mare parte din materialele de statistică economică, păstrate în secret din motive de securitate și publicate abia în ultima vreme. Vor trebui să mai treacă cîțiva ani pentru a se putea trage învățăminte din experiența unei economii bazate pe mai multă descentralizare.

Economia planificată

Cea mai importantă inovație a economiei politice sovietice o constituie practica *planificării*, la început pe o perioadă de un an, mai tîrziu pe perioade de cinci și de mai mulți ani. Planurile servesc la „asigurarea satisfacerii maxime a nevoilor materiale și culturale mereu crescînde ale întregii societăți, prin creșterea și perfecționarea neînteruptă a producției socialiste pe baza tehnicii celei mai înalte”, corespunzînd astfel cerințelor legii economice fundamentale a socialismului. Pentru realizarea acestui obiectiv este necesară o planificare destul de amănunțită a producției și a consumului, deoarece ea înlocuiește criteriul profitului și al pieței libere, care determină în lumea capitalistă nu numai perioadele de boom, ci și crizele economice și războaiele. În felul acesta interacțiunea întîmplătoare a numeroși factori a fost înlocuită prin planificarea conștientă a repartiției optime a resurselor materiale și umane în vederea consumului social pe o perioadă

mai îndelungată. Acest progres are o importanță științifică fundamentală și se poate realiza numai pe o treaptă înaltă a dezvoltării societății.

Atingerea acestei trepte înalte este o sarcină grea. Numai prin încercări și dibuiri s-a putut acumula de-a lungul anilor suficientă experiență pentru ca astăzi planificarea să devină aproape o rutină. Tendința manifestată după război de a se realiza o creștere a nivelului de trai fără a întoarce spatele frontului industrial presupune îmbinarea planificării, bazate pe experiența anterioară, cu urmărirea atentă a dezvoltării însăși. Cuvîntul „plan” este astfel interpretat de către adversarii planificării, ca și de mulți alții pe care aceștia îi induc în eroare, încît lasă impresia că planurile ar fi o creație rigidă, artificial impusă societății. Planurile sovietice n-au fost niciodată așa ceva ; o astfel de concepție ar fi absolut contrară întregului spirit al vieții sovietice. Fiecare plan exprimă intenția a milioane de oameni de a îndeplini o sarcină comună spre binele întregii colectivități, însuși planul fiind rezultatul colaborării tuturor — prin mijlocirea organizațiilor lor. În timpul realizării planurilor, ei întîmpină greutăți de multe ori neprevăzute, dar descoperă și posibilități neașteptate. În ambele cazuri, planul este modificat, iar oamenii care participă la îndeplinirea lui nu se consideră simpli executanți ai unor instrucțiuni rigide, ci sînt tot timpul gata să-și manifeste inițiativa și să accelereze ritmul. Noi, cu metodele noastre ordonate și încete, cu greu ne putem închipui cum de se poate realiza ceva în felul acesta. Dar faptele vorbesc : planurile au fost încununate de succes. S-au construit orașe, uzine, canale, baraje și căi ferate, și încă mult mai repede decît considerau experții străini că ar fi posibil.

Acest ritm rapid de îndeplinire a planurilor, mai ales în prima fază a industrializării și colectivizării, a stîrnit critici de altă natură. Se ridică problema că ritmul rapid a scos societatea de pe făgașul vieții normale și a cerut sacrificii personale. Astăzi se recunoaște și în U.R.S.S. că o parte dintre aceste suferințe ar fi putut fi evitate dacă s-ar fi folosit mijloace mai democratice și metoda convingerii (p. 842 și urm.). În orice caz, transformările rapide nu puteau fi evitate, iar ritmul excesiv a fost o necesitate impusă Uniunii Sovietice de forțele din afară.

Experiența altor țări slab dezvoltate, ca India, arată că, o dată ieșite din starea de stagnare economică în care au fost ținute de exploatarea imperialistă, rata minimă de investiție în industria grea este de aproximativ 6%. Pentru o astfel de țară, o rată de investiție inferioară, cu alte cuvinte rămînerea la vechile metode de producție extrem de primitive, în condițiile în care alte țări progresează rapid, înseamnă o creș-

tere relativă a prețului de cost. Desfacerea produselor devenind din ce în ce mai grea pe piața mondială, țara rămasă tot mai mult în urmă ajunge într-o stare de dependență crescândă și devine victima exploatării străine, așa cum s-a întâmplat, de exemplu, cu China înainte de 1949. Orice încercare de a frâna ritmul transformărilor cerînd respectarea celor mai conservatoare interese înseamnă în practică împiedicarea în general a transformărilor sub pretextul promovării lor. Acest lucru este cu deosebire valabil în ce privește schimbarea relațiilor de proprietate în agricultură, unde puterea chiaburimii, la cheremul căreia se află țărănimea săracă, trebuia lichidată. Greutăți de felul acesta au zădărnicit, în ultimă instanță, proiectele de reformă agrară în țări atît de diferite ca Italia și India.

Din aceste motive, revoluția agrară din Uniunea Sovietică și construcția industrială, care constituie baza ei indispensabilă, nu puteau fi realizate decît într-un termen foarte scurt. Chiar dacă ar fi existat certitudinea că rezultatul poate fi obținut și într-un ritm mai lent, ar fi lipsit timpul material pentru un asemenea ritm. Cu mult înainte ca ele să fi fost înfăptuite, Uniunea Sovietică ar fi fost înfrîntă de naziști, iar dezvoltarea lumii întregi ar fi fost aruncată înapoi cu zeci de ani.

Răspunderea socială

Pentru a reuși, planificarea economică cere un simț de *răspundere socială* fără precedent în trecut. Educarea acestui simț pune probleme serioase atît în fața guvernului, cît și în fața poporului. Cadrele de conducere administrativă înclină totdeauna să folosească drumul cel mai scurt și să recurgă la constrîngere atunci cînd nu reușesc să convingă. La rîndul lor, oamenii sînt tentați să-și asigure avantaje personale, ceea ce însemna o virtute în vechea orînduire, dar poate deveni o crimă cînd se săvîrșește în dauna comunității. Greșeli se pot face de ambele părți; neînțelegeri și conflicte se pot ivi; dar, așa cum a spus Lenin, greșelile sînt inevitabile, deoarece nu există oameni perfecți. Important este nu să nu se comită greșeli, ci să se comită greșeli puține și mici și să se tragă învățăminte din ele.

Pentru a se ajunge la formarea simțului de răspundere socială a fost nevoie pînă în prezent de eforturile unei întregi generații care a învățat și a acumulat experiență, dar vechile deprinderi dispar greu. Totuși, în lumea noastră modernă, industrială și științifică, acest pas trebuie făcut nu numai în Uniunea Sovietică, ci pretutindeni. Nu există nici o cale de întoarcere. Organizarea este o necesitate pentru orice stat

industrial modern, dar, dacă ea se desfășoară fără simț de răspundere socială, soarta omenirii ajunge practic în mâinile plutocraților și gangsterilor ; or rezultatele conducerii lor ne sînt destul de bine cunoscute din experiențele de pînă acum.

Învățămîntul

În fața tînărului stat sovietic stăteau sarcini sociale și educative tot atît de grandioase ca și cele ale producției materiale. O populație numeroasă, înapoiată, împărțită în clase, stăpînită de superstiții, făcînd parte din diferite rase și vorbind limbi diferite, trebuia să găsească mijlocul de a se ridica prin forțe proprii la cel mai înalt nivel tehnic și cultural. Era necesar să fie înfrîinate la început și apoi înlăturate interesele și felul de a gîndi adînc înrădăcinate din epocile anterioare, feudală și capitalistă, prejudecățile și animozitățile, bănuielile și teama care-i îndepărtau pe oameni unii de alții.

Din punct de vedere cantitativ, istoria învățămîntului în Uniunea Sovietică a marcat o dezvoltare rapidă și continuă, care a început chiar înainte de a se fi terminat războiul civil și este și acum în plină desfășurare. În 1913 numai 20% din copii frecventau școlile elementare ; în 1932 învățămîntul elementar era general și analfabetismul lichidat. În 1913 numai 1% din tineri erau înscriși în instituții de învățămînt superior, care dealtfel erau accesibile aproape exclusiv tinerilor din clasele de sus ; în 1956 90% din tineri frecventau institutele de învățămînt superior, numărul fetelor fiind aproape egal cu acela al băieților. Studenții proveneau din toate categoriile profesionale.

Munca educativă în Uniunea Sovietică nu s-a mărginit la copii, ci s-a extins și la adulți, în mod special la femei, care aveau să aducă o contribuție atît de prețioasă la noua civilizație. Două mari realizări ale Uniunii Sovietice în primii ani au fost eliberarea femeilor din starea de aservire în care se aflaseră și oferirea posibilității de a învăța și de a se dezvolta tuturor cetățenilor, fără deosebire de vîrstă, clasă sau naționalitate. Este mult mai mult decît ceea ce dă învățămîntul public din țările capitaliste, unde majoritatea tinerilor sînt pregătiți doar pentru a sluji mai bine pe capitaliști și numai *elita* asimilabilă primește pregătirea superioară menită a o ajuta să se încadreze în clasele conducătoare. În Uniunea Sovietică sînt mereu vii cuvintele lui Lenin că fiecare bucătăreasă trebuie să învețe să conducă statul.

În scurta sa istorie, caracterul învățămîntului sovietic s-a schimbat de mai multe ori. În primii zece ani după revoluție, dorința de a se elibera de cătușele vechiului regim și concepția că democrația trebuie să se extindă și asupra școlii au dus

la tot felul de experiențe în direcția unei educații libere. Câteva dintre ele au lăsat urme trainice, mai ales experiența lui Makarenko, care a reușit să facă dintr-o colonie de copii vagabonzi, dezvoltându-le respectul de sine și spiritul de colectiv, o comunitate minunată, care s-a întreținut prin propriile ei mijloace și ale cărei realizări au fost immortalizate în cartea sa „Poemul pedagogic” și în filmul „Drumul vieții”.^{0.155c} Deși Makarenko a avut mult de luptat cu alți pedagogi care nu voiau să înțeleagă necesitatea unei discipline severe, opera sa a inspirat o întreagă generație de tineri pedagogi sovietici. Principiul său fundamental : „a pretinde maximum posibil din partea fiecăruia, dar în același timp a-i acorda și maximum de respect” reprezintă trăsătura esențială a noii atitudini față de individ și de răspunderea lui în noua lume, socialistă. Caracterul lăuntric al colectivului său, „Colonia Gorki”, a fost astfel descris de Makarenko : „În acest colectiv există un sistem de subordonare foarte complex, fiecare individ trebuind să-și pună de acord strădaniile proprii cu strădaniile celorlalți... în așa fel încât țelurile sale personale să nu intre niciodată în conflict cu țelurile comune... Această armonie este caracteristică societății sovietice ; pentru mine, țelurile comune nu sînt numai țeluri hotărîtoare, precumpănitoare ; ele sînt strîns legate și de țelurile mele personale”. Aceasta este expresia învățămîntelor trase din experiența lor și de mulți alți oameni care au participat la diverse inițiative sovietice.

Cu toate acestea, au fost relativ puțini educatori cu suficientă dorință și capacitate pentru a conduce școlile după aceste principii. Încercările făcute în această direcție au avut în practică o influență nefastă asupra nivelului învățămîntului. În 1928, sub influența conservatoare a lui Stalin, balanța s-a înclinat de cealaltă parte ; disciplina și respectul față de profesori au fost întărite și, paralel cu aceasta, programele analitice au fost supraîncărcate, deosebindu-se de cele din perioada prerevoluționară numai prin importanța mult mai mare acordată științelor naturii. Educația socială și numeroase activități recreative au fost realizate prin forme extrașcolare cu concursul organizațiilor de pionieri și al palatelor pionierilor. În momentul de față este în curs o nouă și radicală schimbare, îndreptată împotriva caracterului „formal” și „academic” al învățămîntului, reducîndu-se programele analitice, preconizîndu-se mai puține ore de studii și mai multe lucrări practice. Reforme asemănătoare sînt în curs și în universități și în institutele tehnice de învățămînt superior.

Un popor instruit

Politica Uniunii Sovietice în domeniul învățămîntului are o importanță hotărîtoare pentru întreaga ei dezvoltare economică și culturală. Suprema ei realizare o constituie tendința spre introducerea unui învățămînt superior general. Încă de pe acum, știința și cultura, care erau în trecut apanajul unei *elite*, au devenit un bun al întregului popor. Apare din ce în ce mai evident că un stat industrial modern nu poate funcționa decît cu ajutorul unui popor instruit și numai un asemenea popor îl poate prețui. Necesitățile industriei automatizate, ale agriculturii științifice și ale cercetărilor moderne cer ca cel puțin o zecime sau chiar mai mult din populația țării să aibă o pregătire științifică superioară. Toți cetățenii trebuie să aibă însă suficiente cunoștințe pentru a aprecia importanța științei. Pe de altă parte, numai o societate prosperă își poate îngădui să țină în școli vreme atît de îndelungată o parte atît de însemnată din populația sa.

De altfel, efectele acestui nou sistem de învățămînt științific general nu se vor mărgini numai la Uniunea Sovietică. Acest progres se va răspîndi inevitabil și nu numai în țările socialiste ; chiar și alte țări, cu orînduire socială diferită, vor încerca să-l realizeze. Cu timpul, poate chiar numai peste cîteva decenii, va fi necesar nu pentru a domina, ci chiar și numai pentru a supraviețui în această lume, să se formeze un mare număr de cadre cu pregătire tehnică, iar restul populației va trebui să aibă suficiente cunoștințe științifice pentru a colabora activ cu aceste cadre. Faptul că în Uniunea Sovietică numărul oamenilor de știință calculat pe cap de locuitor este de 2—4 ori mai mare decît în Statele Unite și în Marea Britanie a neliniștit aceste țări și le-a determinat să se străduie, cam tîrziu, s-o ajungă din urmă.

În Marea Britanie, aceste eforturi se lovesc de un sistem de învățămînt stratificat, considerat dintotdeauna ca un bastion al puterii clasei dominante (p. 826 și urm.). Rămîne de văzut dacă el se va dovedi destul de tare pentru a pune în primejdie poziția industrială a țării. Oricare va fi însă soarta fiecărei țări luate aparte, tendința generală este astăzi limpede. Mergem spre o lume a științei, și cu cît popoarele vor înțelege mai repede acest lucru și vor acționa în acest sens, cu atît va fi mai bine pentru ele.

Experiențe sociale

Din motive indicate mai înainte (p. 845), este evident că în domeniul științelor sociale contribuția cea mai de preț a Uniunii Sovietice a fost adusă mai curînd în cadrul diferitelor aspecte ale construirii unei civilizații noi, în primul rînd

pe tărîmul planificării economice și al învățămîntului, decît în elaborarea unei teorii sociale formale. Aceasta nu va putea veni decît mai tîrziu, cînd progresele realizate vor putea fi apreciate într-o atmosferă de mai mică încordare decît cea creată de „războiul rece“. Deocamdată merită să ne oprim asupra unui alt aspect al vieții sovietice, și anume acela al experiențelor sociale și al rolului inițiativei individuale. O greșală curentă, pe care de altfel ar putea s-o risipească cunoașterea mai îndeaproape a Uniunii Sovietice, este aceea de a crede că tot ceea ce s-a realizat acolo s-a făcut prin autoritatea unui stat atotputernic și că rolul poporului a fost doar să execute mai mult sau mai puțin docil directivele primite. Realitatea este cu totul alta. În fața greutăților externe și interne despre care am mai vorbit, realizările Uniunii Sovietice au depins, în ultimă instanță, de miile de inițiative individuale și colective la diferite nivele, orientate însă mai mult sau mai puțin în aceeași direcție. Rolul partidului și al guvernului era de a alege și a promova acele inițiative care, după părerea lor, puteau contribui la prosperitatea generală și de a le populariza pentru ca să poată fi urmate pretutindeni. Întreaga istorie a Uniunii Sovietice este istoria dezvoltării unor noi forme de organizare socială, începînd cu *sovietele*. Primele soviete au fost consilii de muncitori, țărani și soldați, alese în mod spontan și avînd puteri executive. Mai recentă este mișcarea raționalizatorilor, care elaborează metode de îmbunătățire a muncii pe baza experienței acumulate, ca și aceea a inovatorilor în muncă, care elaborează metode de producție fundamental noi. Întrucît vechea contradicție de interese între patron și salariați nu mai există, oamenii au devenit conștienți că o contribuție a oricărui dintre ei este în folosul tuturor. În Uniunea Sovietică, monopolizarea cunoștințelor sau a măiestriei nu mai prezintă astăzi nici un avantaj. Începem să vedem rezultatele muncii oamenilor liberi, care nu mai muncesc pentru simpla existență de toate zilele și nici pentru avantaje individuale, ci pentru binele întregii comunități.

De la socialism la comunism

Oricît de aspru ar fi judecate abuzurile din ultima perioadă a conducerii lui Stalin și oricît de adînc s-ar fi resimțit efectele lor în societatea sovietică, evenimentele din ultimii cîțiva ani sînt suficiente pentru a demonstra fundamentul solid al sistemului, precum și devotamentul și capacitatea de muncă ale majorității covîrșitoare a cetățenilor din Uniunea Sovietică. Dezvoltarea ei materială și culturală dovedește că construcția socialismului a progresat, deși poate nu atît de rapid cît ar

fi putut în condiții mai prielnice, că această construcție n-a fost niciodată întreruptă. Nici idealurile lui Lenin n-au fost vreodată date uitării, ceea ce rezultă din faptul că reforma sistemului de dictatură personală a lui Stalin a pornit dinăuntru și că nu s-a făcut vreo încercare de a-l perpetua. Dimpotrivă, sînt luate toate măsurile pentru ca acesta să nu se mai repete și pentru ca să se treacă la o mai largă democrație și libertate intelectuală. Această tendință va lua, probabil, o mare amploare și, date fiind tradițiile și experiența Uniunii Sovietice, va urma, desigur, linia întrevăzută pentru prima oară de Marx și, firește, o va depăși, așa cum realitatea depășește întotdeauna imaginația.

Este cu neputință ca noua civilizație a Uniunii Sovietice să fie înțeleasă privind-o numai în lumina istoriei ei sau a situației ei actuale. Este, în esență, o societate care urmărește un scop bine determinat, și anume de a realiza în cursul unei singure generații o transformare completă, în care revoluția din 1917 a fost doar primul pas — trecerea de la *socialism* la *comunism*. Popoarele sovietice, fără a se lăsa tulburate de amenințările „războiului rece”, se consacră din nou îndeplinirii acestei sarcini, pe care au fost silite s-o amîne din cauza agresiunii hitleriste. Pentru a instaura economia comunismului nu este suficient un simplu act de voință. Între faza capitalistă („fiecăruia după averea sa”) și faza comunistă („fiecăruia după nevoile sale”) exista în mod necesar socialismul („fiecăruia după munca sa”). Aceasta este singura cale pe care, pornindu-se de la sistemul de producție nedrept și odios al capitalismului, se poate construi un sistem de producție capabil să asigure satisfacerea tuturor cerințelor. Marx a prevăzut, la timpul său, necesitatea acestui stadiu de dezvoltare socialist intermediar. El a înțeles ceea ce utopiștii din vremea lui nu înțelegeau: necesitatea ca o societate să fie materialmente bogată înainte de a-și putea îngădui repartitia mai generoasă a bunurilor și serviciilor pe care o cere comunismul. În „Critica programului de la Gotha” (1875), Marx a descris foarte limpede caracterul societății comuniste și condițiile care trebuie îndeplinite înainte ca ea să poată fi realizată :

„În faza superioară a societății comuniste, după ce va fi dispărut subordonarea înrobitoare a indivizilor față de diviziunea muncii și, o dată cu ea, opoziția dintre munca intelectuală și munca fizică ; cînd munca nu va mai fi numai un mijloc de existență, ci va fi devenit ea însăși prima nevoie vitală ; cînd, o dată cu dezvoltarea multilaterală a indivizilor, vor fi sporit și forțele de producție, iar toate izvoarele averii colective vor ține mai bogat — abia atunci concepțiile burgheze înguste despre stat vor putea fi depășite cu totul și societatea va putea înscrie pe stindardele ei : *«De la fiecare după capacități, fiecăruia după nevoi !»*” . 8.159

Durata perioadei de trecere la comunism depinde de măsura în care popoarele Uniunii Sovietice vor avea posibilitatea să muncească nestingherite la îndeplinirea planurilor lor constructive, fără vreo intervenție a forțelor distructive ale lumii capitaliste.

Cu experiența acumulată timp de aproape un secol, astăzi se poate vedea ce măsuri trebuie luate pentru ca să se poată realiza această trecere. În esență, aceste măsuri se rezumă la crearea unei *abundențe de bunuri materiale* și la realizarea unui *proces cultural rapid* în societatea socialistă. Numai o comunitate cu adevărat bogată își poate îngădui să fie comunistă, să-și cheltuiască averea pentru satisfacerea necesităților oamenilor, nemaifiind nevoită să le folosească pentru a constrânge pe unii să producă mai mult decât alții. Numai o comunitate cu un înalt nivel cultural poate să producă o abundență de bunuri și să le folosească rațional.

Acestea nu sînt simple năzuințe, ci fac parte dintr-un program care se îndeplinește etapă cu etapă. Dezvoltarea învățămîntului, despre care am vorbit, este o dovadă că nici cea de-a doua condiție necesară pentru trecerea la comunism nu este neglijată, realizarea ei desfășurîndu-se paralel cu măsurile întreprinse pentru transformarea industriei și a naturii. Oamenii simt că realizarea viitorului stat comunist este un țel pentru care merită să se trudească încă de pe acum. Acest țel nu mai este o utopie îndepărtată, ci o orînduire socială vădit realizabilă, calea spre ea putînd fi trasată din ce în ce mai precis. Popoarele Uniunii Sovietice au căpătat astfel un ideal care satisface nu numai cerințele lor materiale, ci și simțul lor de dreptate și de demnitate umană. Oamenii pot munci cu convingerea că poate chiar ei înșiși, dar copiii lor cu siguranță îl vor îndeplini. Importanța acestui ideal nu se mărginește la Uniunea Sovietică. Realizările oamenilor sovietici au însuflețit popoarele asuprite și pe oamenii muncii din lumea întreagă. Poporul sovietic a deschis calea spre viitor și a dovedit că această cale poate fi urmată de toată lumea. Cu cît va ajunge mai aproape de țel, cu cît nivelul său de trai material și cultural va fi mai ridicat, cu atît va fi mai sigur că nu va rămîne singur pe această cale.

13. 8. Învățămintele revoluției chineze

În ultimii zece ani, la transformările din Uniunea Sovietică și din celelalte țări socialiste din Europa s-a adăugat în Asia construirea unei noi țări socialiste: Republica Populară Chineză. Cele două mari state s-au găsit alături în lupta lor comună împotriva imperialismului. Noul regim din China a fost pregătit de multă vreme, avînd rădăcini adînci în tradiția

poporului chinez. El reprezintă dezvoltarea logică a celor trei principii ale lui Sun Yat-sen. Timp de peste 30 de ani, în luptele duse la început împotriva imperialismului și a generalilor feudali chinezi, mai târziu împotriva lui Cian Kai-și și a trădării revoluției de către acesta, iar apoi, după Marșul cel lung împotriva japonezilor și, în sfârșit, în victoria repurtată asupra lui Cian Kai-și și a protectorilor săi americani, Partidul Comunist Chinez și aliații săi au învățat în condiții aspre știința autoguvernării. Ei au învățat să cunoască în acești ani nevoile maselor, dar și amploarea curajului și tenacității lor.

Până la urmă, în ciuda intervenției americane, poporul chinez a căpătat posibilitatea de a-și făuri propria sa soartă. Și el o făurește cu o voință și un entuziasm pe care nici un fel de încercări nu le-au putut înăbuși. China posedă deja o industrie grea, care se dezvoltă rapid și care are la bază bogate resurse de minereu de fier, de cărbune și de țiței. Prin construcția rapidă de drumuri și căi ferate se pune capăt grelei situații create de comunicațiile proaste. Mari lucrări de canalizare și planuri de irigație pun capăt străvechilor primejdii : seceta și inundațiile. Majoritatea intelectualilor chinezi, ca și toți oamenii de știință pe care i-am cunoscut acolo, care în vremurile vitrege au păstrat neatinsă moștenirea culturii chineze, îmbinînd-o cu știința modernă, sprijină cu entuziasm noul regim. Ei găsesc o nouă satisfacție în faptul că muncesc pentru popor și îi împărtășesc cultura, care, vreme de milenii, a fost monopolul familiilor aristocrate.

Această transformare, care pune accentul mai mult pe realizările colective decît pe cele individuale, nu s-a făcut, mai ales în ultimii ani, fără dificultăți. Într-adevăr, cu greu ne-am putea aștepta ca idealul unei elite culte, puțin numeroase, să rămînă același ca al unei populații care se ridică în masă la cultură. Cu toate acestea, în procesul de transformare sînt păstrate cele mai prețioase dintre vechile valori.

Mulți dintre conducătorii revoluției au fost ei înșiși eminenți oameni de știință. Mao Tze-dun este poet și filozof.

În același timp se fac uriașe eforturi pentru ca întregul popor, și nu numai intelectualii, să beneficieze de valorile moștenirii culturale chineze.

Alfabetizarea, învățămîntul, ocrotirea sănătății

Rezultatele noii mișcări culturale se fac de pe acum puternic simțite în viața practică. Primul obiectiv, alfabetizarea, a fost atacat cu atîta energie, încît ne putem aștepta ca în decurs de cîțiva ani aproape întreaga populație a Chinei de peste 600 000 000 de locuitori să învețe să citească și să scrie, iar în decurs de o generație majoritatea poporului să

ăibă chiar și studii secundare. Deocamdată, în cadrul acestui proces, s-a adus o importantă simplificare în frumoasa, dar complicata scriere chineză. Pentru etapa următoare s-a proiectat înlocuirea alfabetului chinez cu cel latin, înlăturându-se astfel greutățile pe care le-au avut de întâmpinat generații întregi de intelectuali.

Fără a se mai aștepta încheierea campaniei de alfabetizare, orașele și satele chineze, murdare și pline de miasme, au fost canalizate, curățate și înfrumusețate ca urmare a educației sanitare a maselor (p. 699). Prin vaccinări și alte măsuri sanitare vor dispărea în curînd flagelul epidemiilor de ciumă, variolă, malarie și filarioză. În felul acesta vor fi descăturate noi izvoare de energie umană, care-și vor aduce contribuția la munca de reconstrucție.

Trezirea Asiei și a Africii. Exemplul Indiei

Se trezesc și alte țări cu o veche civilizație, recent eliberate de sub jugul colonial, ca India și Egiptul, și unele popoare din Asia și Africa care de-abia s-au desprins din formele primitive ale orînduirii gentilice. Deși nici una dintre aceste țări nu este comunistă, iar în unele dintre ele partidul comunist este chiar interzis, popoarele și guvernele lor au început să-și dea seama că independența și prosperitatea reală pot fi obținute numai pe baza dezvoltării industriei și a mecanizării agriculturii, care, la rîndul lor, presupun instruirea maselor și răspîndirea cuceririlor științei.

Încă în secolul al XIX-lea, Japonia a fost un pionier al unei astfel de evoluții în Asia, dar, întrucît ea a acționat într-o epocă de dominație a capitalismului, tot ceea ce a reușit să realizeze a fost un stat militarist, cu o cruntă asuprire de clasă, care și-a pregătit propria prăbușire în cel de-al doilea război mondial. Sub ocupația americană au fost menținute formele capitaliste și, împreună cu ele, exploatarea și mizeria. Pe de altă parte însă, poporul japonez, oprimat vreme îndelungată, începe să-și revendice drepturile.

În India, eliberată de sub dominația britanică, cu toate că pe plan politic a fost menținută democrația parlamentară, politica economică se orientează spre planificare și spre unele măsuri cu caracter socialist limitat. Planurile cincinale ale Indiei, în special cel de-al doilea, au la bază recunoașterea faptului că construcția rapidă a industriei grele este o necesitate, iar paralel cu aceasta este o necesitate și educarea cadrelor științifice. La elaborarea planurilor au fost folosite în cea mai mare măsură atît experiența Uniunii Sovietice, cît și aceea a Americii. Planificatori din ambele țări au lucrat în strînsă colaborare cu colegii lor indieni, sub conducerea

neobosită a directorului Direcției statisticii, prof. Mahalanobis. Deși realizarea acestor planuri într-o economie în care predomină formele capitaliste nu e ușoară, pare a fi neîndoielnic că guvernul și poporul sînt deopotrivă de hotărîte să-l ducă la capăt și că, pe măsură ce-l vor îndeplini, puterea va trece în mod inevitabil din mîinile capitaliștilor în acelea ale poporului.

Această economie a unei perioade de tranziție corespunde cît se poate de bine politicii generale a marelui grup de state neutre, în cea mai mare parte țări asiatice, de sub conducerea înțeleaptă a marelui prim-ministru al Indiei, Pandit Nehru. Elaborarea, împreună cu Ciu En-lai, Ministrul Afacerilor Externe al Chinei, a celor cinci principii ale păcii, ne-intervenției și colaborării, care au fost însușite apoi de Conferința de la Bandung, a reprezentat un act istoric deosebit de important. Aceste principii constituie o expresie a faptului că, într-o lume în care războiul devine tot mai distrugător și mai puțin acceptabil, vechiul sistem al colonialismului trebuie să cedeze locul unor relații în cadrul cărora națiunile să se poată ajuta între ele pe bază de egalitate și avantaje reciproce.

Aceste fapte, mai mult decît orice cercetări formale, prezintă o uriașă importanță pentru viitorul științelor sociale. Ele arată, printre altele, cum se pot îmbina vechi tradiții în esență morale cu știința și tehnica modernă.

13. 9. Viitorul științelor sociale

Prezența a două științe sociale diametral opuse — una întemeiată pe învățătura lui Marx, cealaltă legată de soarta capitalismului — este caracteristică pentru lumea noastră scindată. Dar, așa cum am mai arătat, aceasta nu înseamnă că scindarea trebuie neapărat să se perpetueze și nici că ea constituie o prăpastie de netrecut pentru oameni de știință care lucrează în domeniul științelor sociale dintr-o parte sau alta. În primul rînd, gîndirea marxistă nu se limitează numai la noile țări socialiste, ci se răspîndește astăzi în toate țările lumii. În afară de aceasta, cei ce lucrează în domeniul științelor sociale, ca și cei ce lucrează în domeniul științelor naturii, sînt moștenitorii unei tradiții comune, pe care o pot interpreta în mod diferit, dar care trebuie să le ofere o bază de înțelegere reciprocă.

Cînd vorbim despre viitorul științelor sociale, trebuie să ținem cont de condițiile sociale generale ale civilizației de mîine. Dacă se va putea evita un nou și distrugător război mondial, iar popoarele lumii, unite în acțiuni comune, vor fi în stare să împiedice dezlănțuirea lui, va trebui să ne așteptăm la o îndelungată coexistență a două sisteme economice

opuse. Menținerea coexistenței va duce la o considerabilă intensificare a schimburilor comerciale și culturale între cele două sisteme. În felul acesta vor fi înlăturate măcar cele mai grosolane dintre părerile greșite pe care reprezentanții științelor sociale le nutresc despre colegii lor din celălalt lagăr. Aceasta nu poate să ducă și nu va duce la o acceptare necritică a ideilor unora de către ceilalți, ceea ce nici n-ar fi de dorit, dar va avea drept rezultat o discuție critică purtată cu mijloacele rațiunii și nu cu bombe atomice.

Critica adusă în acest volum științelor sociale din țările capitaliste nu este îndreptată împotriva unor persoane care se străduiesc cinstit să cerceteze mai adânc relațiile dintre oameni în societate. Ea este îndreptată împotriva sistemului care denaturează și pervertește aproape automat orice năzuință spre cunoaștere, punând-o în slujba unor scopuri limitate și meschine. Tocmai pentru că științele sociale se ocupă de viața oamenilor într-un mod mai direct decât științele naturii, în țările „civilizației occidentale” ele sînt în prezent mult mai strîns legate de apărarea privilegiilor și de pregătirile de război. Totuși, mai curînd sau mai tîrziu, dezvoltarea științelor sociale va produce efecte pe care promotorii lor nu le-au avut în vedere. Este cu neputință ca o știință să fie folosită și cu atît mai puțin ca ea să se dezvolte fără a se supune unei critici fundamentale posibilitățile ei latente. Noile științe sociale își vor găsi formele corespunzătoare tocmai în această luptă pentru eliberarea lor proprie și pentru elucidarea implicațiilor lor critice.

Concepția despre lume a capitalismului contemporan este lipsită de orice speranță într-un viitor mai luminos, crampoinându-se cu desperare de nedreptățile actuale, care pot fi disimulate, dar nu pot fi menținute la infinit. În măsura în care științele sociale tind să reflecte „înaltele valori” ale capitalismului, ele sînt condamnate inevitabil la regres. Ele pot merge chiar și mai departe decât pînă acum în apologia capitalismului și în falsificarea realității, adăugînd multe capitole noi statisticii, analizelor logice și studiului psihanalitic, dar nu pot aduce vreo contribuție de importanță fundamentală. Nu este însă nevoie, nici chiar în lumea capitalistă, ca științele sociale să reflecte aceste „valori”. Cînd va slăbi acțiunea de încătușare a ideilor pe care o exercită „războiul rece”, se va manifesta pretutindeni o mai mare libertate de gîndire; de fapt, lucrul acesta a și început să se facă simțit. Intrăm într-o perioadă de reconsiderare critică a bazelor societății și a comportării oamenilor, atît în partea socialistă, cît și în cea capitalistă a lumii; sîntem în așteptarea contribuției pe care o vor aduce țările Asiei și Africii la această reconsiderare. Este neîndoielnic că influența gîndirii

marxiste se va face simțită într-o mai mare măsură, datorită valorii ei intrinsece. Măine nu va trebui să fie acceptată sau respinsă fără discernământ. Pe de altă parte, nu trebuie să ne temem că se va pierde vreuna dintre prețioasele tradiții ale gândirii din trecut. După lichidarea marii scindări a gândirii omenești va fi de lucru pentru generații întregi de umaniști și cercetători pe tărîmul științelor sociale. Eu însumi nu pot înțelege lumea decît așa cum am învățat s-o cunosc, adică, în esență, prin prisma marxismului, astfel că imaginea pe care mi-o fac asupra evoluției ei viitoare urmează, desigur, aceeași linie. Dar totodată îmi dau seama că această imagine are un caracter dinamic și că în cursul timpului pot să apară interpretări tot mai profunde și mai cuprinzătoare.

O nouă știință a istoriei

Cînd în studiul istoriei se aplică metoda criticii marxiste, începe să se desprindă din șuvoiul evenimentelor numeroase și încîlcite din viața societăților omenești o semnificație mai adîncă decît cea pe care le-au atribuit-o istoricii clasici sau moderni sau chiar oamenii vremurilor respective. Astăzi istoria prezintă o structură rațională și nu mai este pur și simplu „mult zgomot pentru nimic”. Mari evenimente ca Renașterea, Reforma și revoluția franceză capătă un sens mai clar, încadrîndu-se ca faze ale unui fenomen mai cuprinzător : lupta de clasă.

Chiar și istoria lumii antice, care constituia cîndva domeniul cel mai arid și mai strict delimitat al erudiților, apare azi ca o scenă vie a unor conflicte sociale, aducînd la lumină, într-o formă simplificată, mulți dintre factorii economici, care sînt greu de descoperit în civilizația noastră modernă mult mai complexă. Se poate demonstra că, în istoria antichității clasice, întreaga civilizație — nu numai evenimentele politice și economice, dar și filozofia și realizările estetice — formează un tot unitar, dobîndind astfel pentru noi o semnificație mai profundă și mai directă. ^{2.2;2.3;2.45;2.46}

În lumina materialismului istoric, forțele motrice și mișcările trecutului capătă viață. Chiar și controversalele pe care el le-a trezit au stimulat o serie de noi cercetări asupra faptelor istorice și o mai profundă clarificare a argumentelor. Într-adevăr, opera istoricilor marxști a început să se facă simțită în toate domeniile istoriei. Singurul mijloc de a evita influența ei este de a reduce istoria la platitudini legate de anumite persoane sau de a reveni la concepția providenței divine, ^{3.1} demodată încă în secolul al XVIII-lea și care astăzi nu este luată prea mult în serios nici măcar de drept-credincioși.

Totodată se acordă în prezent o mai mare importanță științelor auxiliare ale istoriei : arheologia, filologia și antropologia. Secolul al XIX-lea a fost o perioadă de mari descoperiri ale urmelor trecutului, de cercetări asupra obiceiurilor popoarelor primitive existente astăzi și de investigație în uriașul domeniu al limbilor omenesti. Atîta timp cît unica metodă de cercetare era aceea a simplei descrieri, toate aceste descoperiri erau interesante, dar lipsite de semnificație. Firul conducător în înțelegerea omului și a evoluției sale îl constituie studiul factorilor economici și sociali, al luptelor sociale care au urmat împărțirii societăților omogene în clase, dînd naștere unor noi forme sociale și economice. Întreaga desfășurare a istoriei omenirii, începînd chiar de la originile ei, capătă o semnificație cu totul diferită de cea pe care a avut-o în trecut. Cunoașterea ei este necesară pentru înțelegerea societății actuale și pentru făurirea societății viitoare.

O nouă sociologie practică

Sociologia — antropologia societăților moderne — este știința cea mai strîns legată de sistemul capitalist. Rolul ei este de a analiza condițiile sociale, politice și industriale, pentru a asigura buna funcționare a sistemului. Tot acestei științe îi revenea sarcina de a explica sistemul capitalist în așa fel, încît să-l justifice și chiar să-i găsească merite. Trebuia deci în primul rînd să evite orice critică serioasă. Or, tocmai într-o asemenea critică rezidă singura posibilitate ca sociologia să fie socotită o știință și nu un simplu paravan pentru capitalism. De fapt, dificultatea constă nu în a descoperi obiectul criticii, ci în a găsi curajul de a exprima această critică și mijloacele de a o face publică. Sociologul cîstit are însă un aliat mult mai puternic decît actualii săi patroni. Poporul știe prea bine că este oprimat și înșelat. Nu-i este însă destul de limpede modul de funcționare al sistemului capitalist și nu știe cu ce l-ar putea înlocui. În viitor, ca și în trecut, poporul îi va sprijini pe cei care îl vor ajuta să rezolve aceste probleme, să dea o explicație simplă și clară a faptelor.

Psihologia într-o societate împărțită în clase

Nu este necesar să vorbim mult aici despre viitorul psihologiei. Anumite părți din actualul ei domeniu, ca psihologia senzației și controlul activității nervoase, aparțin în fond biologiei și vor evolua, probabil, în aceeași direcție ca și pînă acum, deși va trebui să se acorde aici o mult mai mare atenție operei lui Pavlov și școlii sale. În cea mai mare parte,

psihologia nu este decât reflectarea societății în viața și sentimentele indivizilor pe care ea îi formează și care, la rândul lor, contribuie la transformarea societății. În țările capitaliste, psihiatria actuală poate atenua — prin psihanaliză, medicamente sau operații — unele dintre efectele dăunătoare ale societății asupra individului, dar ea nu poate ajunge la însăși rădăcina răului. Știința care se presupune că stă la baza acestor practici suferă ea însăși de aceleași limite; ea nu se va putea elibera de ele decât renunțând la erorile adânc înrădăcinate, provenite, pe de o parte, din raționamentul abstract bazat pe introspecție individuală, iar pe de altă parte din analogii pur biologice.

Științele sociale aplicate. Dreptul

Întregul grup al științelor sociale practice — dreptul, științele politice și cea mai tânără dintre toate, economia politică — este un produs al societății. Ele au manifestat, la timpul lor, o vitalitate corespunzătoare importanței funcției sociale pe care o aveau de îndeplinit. În sistemul capitalist însă, această funcție a tins treptat să devină negativă. Dreptul, după cum am văzut, este în întregime un parazit al sistemului politic și economic capitalist, astfel încât nu este surprinzător faptul că cei mai fanatici apărători ai acestuia, fie sub forma unui „conservatorism” naiv, fie sub forma unui „laburism” rafinat, provin din rândurile juriștilor. De fapt, dreptul s-a împotmolit în asemenea măsură în conceptele de proprietate și în relațiile de proprietate, încât în forma lui actuală n-ar putea supraviețui schimbărilor aduse de o adevărată revoluție economică. În consecință, el a devenit una dintre cele mai arbitrare și mai neștiințifice ramuri ale științelor sociale. În domeniul dreptului, mai mult decât în orice altă disciplină a științelor sociale, s-a constatat că este recomandabil să nu se cerceteze prea îndeaproape temeliile, să nu se încerce o abordare rațională sau științifică a lor și să nu se recurgă niciodată la experiențe.

Critica marxistă a dreptului demonstrează caracterul lui istoricește relativ și de clasă, precum și netemeinicia pretențiilor sale la o jurisdicție absolută și universală. Paralel cu dezvoltarea capitalismului s-a lărgit și sfera de interese a dreptului, ajungând să cuprindă astăzi aproape toate aspectele relațiilor sociale.

În economia socialistă, dreptul are, firește, un caracter cu totul diferit. Dreptul penal, în principiu, devine în mare măsură un instrument social pentru corectarea relațiilor dintre persoane și a comportării antisociale. Această transformare, echivalentă cu cea realizată în cursul câtorva veacuri de lu-

mea capitalistă, nu este încă terminată. De fapt, ea a fost frînată, deoarece în Uniunea Sovietică a fost, practic, o vreme îndelungată stare excepțională, securitatea dispunînd de puteri aproape nelimitate, pe care deseori le-a folosit în mod abuziv. Acum însă, cînd drepturile garantate prin constituție sînt restabilite, abuzurile din trecut nu vor mai împiedica evoluția științei dreptului în direcția corespunzătoare noilor forme sociale.

Științele politice și economia politică

În ce privește științele politice, situația este întrucîtva diferită. Așa cum au fost studiate pînă acum, ele nu pot avea pretenția să fie considerate cu adevărat o știință. În regimul capitalist, practica politică a fost totdeauna un amestec de negocieri financiare secrete și demagogie fățișă, gălăgioasă și prost camuflată în Statele Unite, mai subtilă și greu de recunoscut în țările capitaliste mai vechi și mai rafinate: Marea Britanie și Franța. O știință născocită pentru a se ocupa de probleme politice se află inevitabil sub presiunea necesității de a justifica în cuvinte savante starea de lucruri existentă. Ea slujește în special la întreținerea iluziei că unele cuvinte, ca *democrație* și *sistem bipartid*, ar corespunde unui ideal imuabil care nu mai poate fi depășit.

Prăpastia dintre teoria ideală a politicii și metodele folosite în realitate de politicieni duce la un scepticism general față de politică. Acest scepticism este exploatat cu succes de politicienii care nu fac parte din clica guvernantă, dar ar vrea să-i aparțină, constituind totodată un bogat izvor pentru ideile fasciste. Într-o societate care, în ansamblu, este aparent lipsită de un țel, dar în realitate este astfel organizată încît asigură unui număr restrîns de oameni maximum de profit, constituie o indiscreție să se cerceteze prea îndeaproape bazele economice ale anumitor acțiuni politice. Este deci inutil să ne așteptăm ca o știință politică critică și cu atît mai puțin o știință politică experimentală să se bucure de binecuvîntarea celor ce dețin puterea. O asemenea știință nu poate fi găsită decît în rîndurile celor care luptă împotriva sistemului capitalist. Pentru a da rezultate practice, știința politică nu poate fi separată de acțiunile politice, pe de o parte, și de o analiză generală economică și socială, pe de alta. În viitor, știința politică nu va fi o descriere academică a dinamicii sociale și nici manual pentru politicienii dornici de succes, ci va constitui o parte integrantă din studiile și din activitatea practică a fiecărui cetățean.

Despre știința relativ nouă a economiei politice am mai vorbit, mai ales despre falimentul ei categoric în epoca capi-

talismului monopolist cu crizele economice și războaiele ce se repetă. Mecanismul de control asupra factorilor economici nu se află în mâinile economiștilor, care, în majoritatea lor, trebuie să se mulțumească a fi cronicarii descompunerii și prăbușirii sistemului pe care-l slujesc. În măsura în care această descriere și analiză este făcută cinstit și nu caută să ascundă adevărata stare de lucruri sau să propună remedii fatal condamnate să rămână simple paliative, economistul își va aduce contribuția sa la întemeierea unei societăți mai bune.

Spre o nouă atmosferă socială

Atmosfera care a apăsător în ultimii ani asupra științelor sociale poate fi complet risipită de socialism și, în parte, de lupta pentru socialism. Iluziile și ipocrizia, brutalitatea și deznădejdea, care caracterizează într-o măsură atât de mare gândirea contemporană în lumea capitalistă, pot fi transformate în opusul lor (p. 856 și urm.).

Nu avem nevoie de iluzii de vreme ce am înțeles sarcina centrală, aceea de a desăvârși stăpânirea omului asupra naturii prin cunoașterea legilor ei. Îndeplinind această sarcină, omul își descătușează propriile sale forțe și, transformând natura, se transformă pe sine însuși. Aceasta înseamnă că lumea poate fi cunoscută și că prin cunoaștere poate fi dirijată.

Nu avem nevoie de ipocrizie de vreme ce se recunoaște ceea ce este evident, și anume că orînduirea capitalistă este o societate nedreaptă și că, oricare i-ar fi fost meritele în stadiul de formare, acum și-a îndeplinit misiunea, este depășită și nu mai constituie decît o frînă a cunoașterii și progresului. Este de asemenea necesar, după cum au dovedit-o experiențele din ultima vreme, să se urmărească cu atenție dezvoltarea societății socialiste și să se împiedice abuzurile care i-ar putea denatura țelurile și afecta caracterul lor esențialmente democratic.

Brutalității trebuie să-i opunem doctrina egalității între popoare, între sexe, rase și națiuni. Iar aceasta nu este o doctrină abstractă, ci înseamnă că trebuie să se asigure tuturor posibilitatea reală de afirmare : trebuie să se deschidă în fața tuturor băieților și fetelor deopotrivă accesul la învățămînt pînă la cel mai înalt grad ; trebuie să înmulțim continuu bogăția, valorificînd pe scară mereu mai largă resursele naturale.

Acesta este și răspunsul dat deznădejdii : un viitor în care nu vor mai exista războaie, dat fiind că rădăcinile lor economice și sociale vor fi fost smulse ; în care nu vor mai exista grijile pentru asigurarea existenței, datorită posibilită-

șilor nemărginite deschise de aplicarea științei. Vechea imagine a unei omeniri care luptă din ce în ce mai crâncen pentru mijloacele de trai tot mai reduse și coșmarul neomalthusianismului se vor dovedi, pînă la urmă, simple încercări de a justifica menținerea vieții de huzur a cîtorva privilegiați. Omul poate nădăjdui astăzi pentru prima oară că, fără a apela la ajutorul unor forțe supranaturale, va deveni stăpînul propriului său destin. Tot ceea ce s-a petrecut pînă în prezent poate fi considerat drept preistoria omenirii; noua etapă a dezvoltării este adevărata istorie, aceea în care oamenii dirijează conștient forțele sociale și materiale.

În lumina acestor perspective, putem aprecia întreaga importanță a științelor sociale. Diferitele lor discipline vor juca în viitor un rol mult mai însemnat decît pînă acum. În procesul de transformare a societății, ele vor căpăta o nouă răspundere și vor fi legate, ca niciodată în trecut, de procesul de producție și de științele naturii. Cercetătorii din domeniul științelor sociale nu vor mai constitui un mic grup izolat, care observă, dar niciodată nu experimentează, ci vor lucra cot la cot cu masele populare, care controlează și transformă propria lor societate.

Situația științelor sociale

Scopul acestei ample expuneri asupra științelor sociale era de a întregi imaginea științei din zilele noastre. Deși complexă și inevitabil incompletă, această expunere și-a atins scopul dacă a reușit, cu și mai multă claritate decît în cazul științelor naturii, să arate legătura existentă între cunoașterea socială și orînduirea socială atît în trecut, cît și în prezent. Am vorbit la început despre situația științelor sociale și am pus chiar la îndoială pretenția lor de a fi socotite științe. Acum trebuie să fi devenit mai clar de unde izvorăsc asemenea îndoieli. S-a constatat că științele sociale au rădăcini mult mai adînci în trecut și se orientează mult mai mult decît științele naturii după forțele sociale dominante în prezent. Incapacitatea lor de a efectua experiențe autentice în capitalism este numai unul din simptomele faptului că ele au, în esență, un caracter arbitrar.

În măsura în care științele sociale rămîn ancorate în vechile forme sociale, ele n-au nici un viitor; dar, de îndată ce se vor fi desprins de acestea, își vor găsi noi surse de inspirație și noi domenii de activitate. Atît în țările socialiste, cît și în cele nesocialiste există perspective pentru cercetări libere și critice asupra omenirii și instituțiilor ei. Aceste cercetări, ca și cele asupra naturii, vor fi cu atît mai apreciate cu cît

vor fi mai strâns legate de strădaniile tuturor popoarelor de a-și făuri o viață pașnică, îmbelșugată și activă.

Pentru aceasta însă prima premisă este instaurarea unei păci trainice, fără care, în era atomică, civilizația nu poate progresa și nu este sigur că poate măcar dăinui. Dacă vom reuși să menținem pacea, marea sarcină care va reveni mai ales cercetătorilor din domeniul științelor sociale va fi aceea de a stabili, reexaminând bazele societății socialiste cât și a celei capitaliste, în ce măsură, prin eforturi comune și constructive, pot fi dezvăluite și înlăturate cauzele mai adânci ale conflictelor din zilele noastre. Omenirea a supraviețuit și altor perioade de dezastre și credințe zdruncinate și a reușit, pornind de la problemele pe care le-a avut de rezolvat atunci, să realizeze cele mai mari progrese în înțelegerea și dominarea societății.

Concluzie

Acest capitol încheie partea a VI-a a lucrării, care se ocupă de știință și de influența ei asupra societății în secolul nostru. Împărțirea pe capitole tratând despre științele fizice, biologice și sociale s-a dovedit necesară din cauza ritmului și amplitudinii progresului din ultimii 50 de ani. Această împărțire are însă neajunsul că nu face să reiasă destul de limpede legăturile reciproce dintre aceste trei domenii și nu arată cum întregul efort științific al epocii noastre tinde spre înțelegerea, controlul și transformarea pas cu pas a mediului înconjurător al omului și, în cadrul acestui proces, a societății pe care el a făurit-o și în care trăiește. Acestei sarcini îi este consacrat ultimul capitol al cărții.

CAPITOLUL AL 14-LEA**ȘTIINȚA ȘI ISTORIA****14. 0. Introducere**

La sfârșitul expunerii noastre privitoare la dezvoltarea științei și tehnicii de-a lungul istoriei omenirii, a venit momentul să încercăm a desprinde semnificația celor prezentate pînă aici. Multe învățăminte au fost trase în contextul diferitelor capitole. Într-adevăr, argumentele cele mai temeinice și valoroase sînt cele oferite direct de interacțiunile specifice ale științei cu societatea. Cred însă că ar fi util, atît pentru cititor, cît și pentru autor, să împletim acum firele trecutului științei, încercînd să arătăm în cîteva cuvinte care poate fi semnificația acestui trecut pentru prezent și pentru viitor.

În capitolul de față vom începe ^(14.1-14.3) prin a vorbi despre caracterul general al interacțiunii științei cu alte forțe sociale, așa cum reiese din analiza mai amănunțită pe care am întreprins-o în capitolele precedente. Cu acest prilej vom încerca să dăm răspuns ^(14.3) la cîteva dintre chestiunile formulate în capitolul 1 cu privire la factorii care au determinat legătura specifică dintre știință și evenimente în diferite țări și epoci, referindu-ne îndeosebi la avîntul activității științifice care a avut loc în Grecia antică, în Renaștere, în perioada revoluției industriale și la cel mai însemnat dintre toate, acela din epoca în care trăim ^(14.4), precum și la influența pe care a avut-o scindarea societății în clase asupra dezvoltării și formării caracterului științei. În felul acesta vom ajunge la examinarea ^(14.5) locului pe care-l ocupă știința în lumea de azi și la încercarea de a da răspuns la alte probleme care-i interesează direct pe oamenii de știință în legătură cu militarizarea și păstrarea secretului în știință, precum și cu locul științei în stat. În subcapitolul următor ^(14.6) vor fi analizate condițiile care favorizează progresul științei, incluzînd proporțiile sprijinului

și schimbului de idei între oamenii de știință. Aceste aspecte ne vor ridica două probleme vitale: una referitoare la locul filozofiei în cadrul științei (^{14.7}), cealaltă privind aparenta incompatibilitate dintre libertate și organizare în știință (^{14.8}). Pentru sfârșit (^{14.9}) este rezervată problema sarcinilor imediate ale științei și a perspectivelor ei.

14. 1. Știința și forțele sociale

Însăși istoria acțiunilor sociale ale științei, tehnologiei, economiei și politicii de-a lungul veacurilor relevă într-o oarecare măsură natura legăturilor dintre ele. Poate că acestea vor fi mai ușor urmărite în tabelele de la paginile 172, 173, 247, 350—351, 493—494, 606—607, 704—705, 934—935. Tabelul 8 înfățișează liniile generale de dezvoltare a teoriilor științifice și a tehnicii practice de la originile societății omenesti până în prezent. În esență, aceasta este o imagine a modului în care omul și-a câștigat existența, începând cu starea de sălbăticie, când își strângea hrana într-un mod asemănător cu cel al multor animale, și sfârșind cu vremurile de astăzi, de exploatare mecanizată a multiplelor resurse ale naturii, când tot mai multe fenomene naturale sînt folosite în interesul omenirii. Fiecare dintre diferitele etape ale progresului este marcată prin introducerea unei noi tehnici, bazate pe o înțelegere mai profundă a modului în care acționează natura. Astfel, agricultura a trecut, prin invenția plugului de lemn tras de boi, de la mici culturi temporare la câmpuri cu irigație permanentă (p. 77). Toporul și brăzdarul de fier au înlesnit extinderea ei și în regiunile de păduri (p. 102), iar secerătoarea-legătoare și apoi tractorul au deschis agriculturii accesul la vaste zone de stepă uscată cu populație rară.

După cum am arătat, cele mai multe dintre progresele tehnice au fost determinate de cerințe social-economice și realizate totdeauna în trecutul îndepărtat, uneori chiar și în vremurile noastre, de meșteșugari care și-au adaptat și perfecționat măiestria tradițională. La început nu era loc pentru o știință așa cum o cunoaștem noi. Ea s-a desprins din tradiția socială comună a diferitelor meserii, dobîndind o formă proprie abia o dată cu apariția orașelor, a civilizației. Prima manifestare a unei științe distincte a răspuns unor cerințe de ordin economic și organizatoric, constînd în numerația trebuitoare la calculele ce se făceau în temple și din care provin, printr-o tradiție neîntreruptă, matematicile și scrierea din zilele noastre (p. 79). Timp de aproape 5 000 de ani, tradiția științei numerelor și a literelor s-a transmis de la dascăl la învățăcel, când îmbogățindu-se și dînd noi ramuri oriunde se simțea nevoia unei organizări și sistematizări de mari proporții, când subțindu-se ca un

firișor de apă în societățile fărămițate, ca aceea din vechea Anglie saxonă (p. 168).

De-a lungul celei mai mari părți a istoriei, tradiția tehnică și cea științifică și-au urmat fiecare cursul ei separat. Condițiile de la începuturile civilizației au dus la împărțirea în clase, proces în urma căruia oamenii de știință au fost integrați în rîndurile funcționării clasei conducătoare, iar meșteșugarii manuali au ajuns într-o poziție doar cu puțin mai bună decît a țăranilor, adeseori fiind ei înșiși sclavi (p. 87 și p. 115). Această diviziune a condamnat veacuri de-a rîndul știința la sterilitate și tehnica la numeroase stagnări, progrese radicale producîndu-se doar sporadic.

Epocile de progres cultural

După cum am arătat, progresul cultural a avut condiții prielnice în rarele perioade din istoria lumii în care deosebirile de clasă erau parțial atenuate, astfel încît oamenii de știință și meșteșugarii se puteau stimula reciproc. Dacă socotim primul avînt creator al civilizației primitive (p. 66 și urm.) — cînd încă nu apăruse deosebirea dintre omul de știință și meșteșugar — ca o singură perioadă, putem deosebi în toată istoria omenirii doar cinci asemenea perioade importante. Celelalte patru au fost: epoca Greciei antice (p. 110 și urm.), secolele al XVI-lea și al XVII-lea în Europa (p. 252 și urm.), revoluția industrială din Marea Britanie (p. 366 și urm.) și perioada actuală de transformare tehnică-științifică. În comparație cu acestea, sinteza islamică-medievală (p. 197 și urm.), ca și diferitele perioade de avînt creator pe care tehnica și știința le-au cunoscut în India și China (p. 189 și urm.), deși au avut un rol important în transmiterea culturii, au reprezentat în sine progrese relativ minore.

Perioadele în care știința și tehnologia au cunoscut un avînt creator maxim sau mai mic apar în istoria societății ca derivînd din mari mișcări sociale, economice și politice. Prima perioadă corespunde cu formarea primelor state și imperii ale faraonilor în Egipt și ale regilor și împăraților în Mesopotamia. Ea marchează trecerea orînduirii gentilice la societatea împărțită în clase (p. 70), transformare care n-a fost însă completă, întrucît organizarea gentilică s-a menținut secole de-a rîndul, cum s-a întîmplat în China, unde s-a perpetuat aproape pînă în zilele noastre. A doua perioadă, cea clasică sau elenă, a reprezentat o epocă de dezvoltare, victorie și decadență a unei economii bănești și sclavagiste, caracterizată prin războaie civile și de clasă (p. 133). După căderea Imperiului roman s-a instaurat nu numai în Europa, ci aproape în întreaga lume, o economie de un tip cu totul diferit, mult mai

descentralizată și autarhică, economia feudală, care la început a apelat puțin la știință și, corespunzător, a contribuit puțin la dezvoltarea ei (p. 246).

A treia perioadă de progres științific, poate cea mai importantă, a fost Renașterea, care marchează începutul înlocuirii economiei feudale de către noua economie burgheză; a patra perioadă, revoluția industrială, a coincis cu instaurarea ireversibilă a capitalismului industrial ca economie dominantă în lume. Capitalismul se deosebește de economiile bănești anterioare prin folosirea profiturilor realizate ca mijloace pentru noi investiții de capital, ceea ce a dus la o dezvoltare rapidă a industriei, incluzând folosirea largă a mașinilor și întrebuințarea cărbunelui ca sursă de energie. Aceasta a fost prima etapă a unei transformări care s-a dovedit la fel de importantă și pentru agricultură, pentru că centrelor economice s-au concentrat în regiunile carbonifere sau în apropierea lor, populația foarte numeroasă din aceste centre fiind aprovizionată cu produse aduse din toate părțile.

Ultima perioadă de progres tehnic-științific este cea care, începând cu aproape 50 de ani în urmă, se află acum în plin avânt. Pe plan social se desfășoară o luptă de o violență și de o amploare fără precedent între capitaliști și susținătorii lor, pe de o parte, și forțele socialiste bazate pe clasa muncitoare, pe de altă parte. În mijlocul acestor frământări, progresul tehnic și științific devine tot mai rapid, fiind pus în slujba războiului ca și în slujba păcii. Această perioadă se caracterizează prin pătrunderea științei în toate ramurile de producție și prin creșterea considerabilă a gradului de organizare și a schimbului de informații în domeniul științei. Astăzi devine evident că există destule cunoștințe despre natură și despre metodele folosirii ei pentru a se putea rezolva principalele probleme ale economiei mondiale. În momentul de față există posibilitatea să se asigure tuturor popoarelor lumii un nivel de viață acceptabil, care, prin cercetările ce vor urma, ar putea fi mereu îmbunătățit. Este evident că astăzi acest lucru nu este înfăptuit, iar dacă va fi sau nu vreodată depinde de rezolvarea problemelor sociale și economice, deoarece contradicțiile interne și conflictele deschise care se manifestă azi irosesc resursele naturale și amenință omnirea cu extinderea războiului și a foametei.

Îmbinarea teoriei cu practica

În fiecare dintre aceste perioade, marile progrese înregistrate par a se datora în bună măsură unei legături mai strânse a teoriei cu practica decât a existat în intervalele dintre ele. De fiecare dată, așa cum am arătat, fluiditatea socială a epocii respective a îngăduit o apropiere între meșteșugar și

intelectual, iar uneori contopirea amîndurora într-o singură persoană. Era vorba, pe de o parte, de „cunoașterea intimă a meseriilor de către naturalist“, după expresia lui Boyle (p. 323), iar pe de altă parte de faptul menționat de Robert Norman (p. 300), care arăta că „în țara aceasta se găsesc diferiți meseriași care, practicînd meșteșugurile și îndeletnicirile lor, stăpînesc pînă la desăvîrșire folosirea acestor arte, putînd să le aplice în diferite scopuri“. În trecut, îmbinarea teoriei cu practica a fost limitată și vremelnică. După un timp observăm, pe de o parte, că teoria științifică aplicată la tehnică se contopește cu tradiția meșteșugărească, cum s-a întîmplat, de pildă, cu meseria de optician, pe de altă parte, că contactul cu îndeletnicirile practice duce la o teorie științifică, așa cum s-a întîmplat cu mecanica și cu pneumatica la sfîrșitul epocii grecești. Abia în vremurile noastre se poate constata existența unei tendințe de contopire, nelimitată și permanentă, între savant, inginer și meseriaș, contopire care nu se va putea desăvîrși decît prin realizarea unei societăți în care clasele vor fi complet lichidate.

Acestea sînt faptele istorice de care ne-am ocupat în capitolele anterioare, unde am încercat să explicăm, în fiecare caz în parte, care sînt relațiile dintre diferitele aspecte : științific, tehnic, economic, politic și ideologic. Este necesar un studiu al faptelor mult mai amănunțit decît cel pe care ni l-am putut propune în această lucrare. Totuși, pe baza celor prezentate, încep să se desprindă unele explicații clare, care aruncă lumină asupra actualei desfășurări a istoriei și se pot formula unele concluzii generale, care par valabile pentru prezent și viitor. Despre acestea voi vorbi în paragrafele următoare.

Dezvoltarea științei

Se poate ajunge la o mai adîncă înțelegere a procesului dezvoltării culturale, considerînd faptele într-o altă ordine, adică urmărind separat cursul dezvoltării științei și acela al dezvoltării tehnicii. După cum am mai arătat, dezvoltarea științei a fost inițial foarte redusă, mult mai redusă, în realitate, decît se părea la vremea respectivă. În lumina a ceea ce cunoaștem acum, putem face deosebirea între ceea ce a fost cert, verificabil și utilizabil în știința din trecut și ceea ce a fost vag, mitic sau pur și simplu absurd. De exemplu au fost părăsite astrologia, alchimia și teoria numerelor cabalistice, care, la vremea lor, au fost științe respectate și au contribuit mult la prestigiul și la cîștigurile învățaților. Același lucru se poate spune despre întreaga teorie medicală și despre o mare parte din practica medicală anterioare secolului al XIX-lea și chiar de mai tîrziu. Totuși, chiar și o teorie greșită poate con-

duce — deși cu o mare cheltuială de energie intelectuală — la rezultate pozitive dacă este cercetată și verificată. Astronomia și chimia sînt vlăstarele astrologiei și alchimiei (p. 280 și 273) *.

Celelalte științe s-au cristalizat însă în jurul unui nucleu solid de știință verificabilă și utilizabilă. Aceasta este tradiția matematică-astronomică, transmisă fără întrerupere timp de 5 000 de ani, de la formarea primelor orașe și pînă azi, o observație adăugîndu-se la alta și o metodă completînd-o pe cealaltă. Dificultățile practice întîmpinate în punerea de acord a calendarului lunar cu cel solar, de care ne lovim și astăzi la fixarea datei paștilor, au constituit o bază de verificare pe care s-a dezvoltat matematica — algebra și geometria (p. 81).

Grecii, fie din aversiune, fie din nepricepere la calcule numerice, au creat geometria, pentru a da o imagine vizuală și mecanică a lumii cerești, ceea ce reprezintă, de fapt, începuturile fizicii matematice. Astronomia a constituit nu numai nucleul științei, dar și al filozofiei grecești. După cum am văzut (p. 227), astronomia a fost extinsă, cu totul nelogic, la explicarea fiziologiei umane și a slujit la justificarea ierarhiei sociale. De fapt, în afară de elaborarea unei imagini a lumii cerești, știința greacă s-a rezumat la descrieri și clasificări ale naturii a căror valoare pentru știință și practică nu a fost pe deplin înțeleasă decît în secolul al XIX-lea (p. 144). Medicina, altă ramură importantă a științei, face parte din aceeași categorie. Bolile au fost admirabil descrise și s-au stabilit diagnostice și prognoze bune, dar cel mai bun tratament consta totuși în a lăsa organismul bolnav să lupte singur (p. 130).

Astronomia și medicina, practicate adesea de una și aceeași persoană, au salvat esența științei grecești după dezagregarea civilizației clasice și au vehiculat-o în lumea întreagă. În felul acesta s-a dezvoltat o știință mondială cu baze comune din China și pînă în Spania. Contribuția adusă în special de indieni, de arabi și de scolastici (p. 246) a constatat mai puțin în îmbogățirea cunoștințelor existente, cît în sistematizarea lor, ceea ce a dus la o mai desăvîrșită fuziune a geometriei, algebrei și trigonometriei cu astronomia (p. 225). Introducerea unui instrument neștiințific și nu tocmai original — cifrele arabe — avea să exercite o influență hotărîtoare în mărirea vitezei de efectuare a calculelor și în extinderea folosirii lor. În același timp, chinezii și arabii au fost primii care au trecut dincolo de sfera limitată a științei grecești în cele două ramuri auxiliare ale practicii medicale: chimia și optica (p. 202 și urm.). Îndelungata stagnare din perioada întunecoasă a evului mediu este totuși importantă pentru știință prin crearea unor instrumente tehnice noi, a căror valoare a fost recunoscută abia în timpul Renașterii (p. 228 și urm.).

Totuși, din timpul Renașterii și pînă la sfîrșitul secolului al XVII-lea, principala preocupare științifică a constituit-o bolta cerească. Pe plan intelectual, în centrul dramei s-a situat detronarea lui Aristotel, distrugerea imaginii ierarhizate, feudale a lumii și înlocuirea ei printr-o imagine bazată pe o lege naturală, impersonală. Aceasta a fost cea mai îndrăzneată realizare teoretică a omenirii și, cu toate că în sine nu prezenta prea multă importanță, a luminat calea pentru științele de mai târziu. Pasul hotărîtor, făcut în timpul Renașterii, a fost acela de a da științei exacte o valoare practică imediată prin folosirea noii astronomii în navigație, ea însăși un factor important în cucerirea dominației lumii de către noua burghezie. Tot în secolul al XVII-lea, știința a pătruns pentru prima dată în domeniul tehnicii, prin descoperirea vidului, care avea să ducă apoi la inventarea mașinii cu aburi (p. 329 și 416).

Abia în secolul al XVIII-lea știința a început să se extindă la domenii cu totul diferite de cele studiate de greci. În adevăr, principalul centru de interes nu l-a mai constituit astronomia, ci mecanica și chimia, legate de pivotul revoluției industriale: mașinile de forță și industria textilă. Marile legi fundamentale descoperite în secolul al XIX-lea — conservarea energiei și teoria electromagnetică a luminii — marchează extinderea matematicii la toate domeniile fizicii. Tot în această perioadă știința a pătruns și în domeniul biologiei, prin operele lui Darwin și Pasteur (p. 470 și 474).

În secolul al XX-lea, toate barierele sînt înlăturate; nu mai există nici un domeniu al naturii în care să nu pătrundă știința. În același timp, știința devine creatoare, construind o lume a ei, alcătuită din realizări mecanice, chimice și electronice, a căror aplicare tinde să înlocuiască roadele unei dezvoltări pur tehnice.

Făgașul progresului tehnic

Spre deosebire de știință, cu preocupările ei limitate, tehnica a trebuit totdeauna să înainteze pe un front tot atît de larg ca întreaga structură a vieții sociale din epoca respectivă. De cele mai multe ori, această înaintare a fost relativ lentă, progresînd numai atunci cînd un material nou sau o invenție făcea să apară domenii de activitate pînă atunci inaccesibile. Piatra, bronzul și fierul au fost recunoscute încă din antichitate ca materiale care au marcat etape noi în cultura omenirii; ele au fost realizări tehnice la care știința nu a adus nici o contribuție. Același lucru se poate spune și despre introducerea revoluționară a focului, olăritului, țesătoriei, roții și corăbiei (p. 41, 61, 76).

Se pare că pînă în faza finală a epocii elene, cînd au apărut majoritatea domeniilor tehnice pe care se bazează viața noastră actuală, știința nu pătrunsese încă în tehnologie, în afară de unele ramuri secundare, ca arhitectura monumentală și, poate, lucrările hidraulice (p. 158). Ritmul progresului tehnic pare să fi depins numai de factori sociali și economici. Marele salt s-a produs o dată cu extinderea agriculturii pe văile fluviilor, ceea ce a dus la apariția unui surplus de brațe de muncă folosite apoi la construirea orașelor și la aprovizionarea cu hrană a meșteșugarilor (p. 67). Presupunem, dar nu putem dovedi, că oamenii de știință au contribuit în oarecare măsură la perfecționarea mașinilor, la invenția roților dințate, a șuruburilor și a pompei, chiar dacă intervenția lor s-ar fi mărginit numai la finisarea dispozitivelor rudimentare inventate și folosite de muncitori.

Este sigur că aproape nici una dintre invențiile care aveau să transforme economia medievală în economie modernă — jugul de cai, cîrma de pupă, ciocanul mecanic și foalele mecanice — nu datorează ceva științei. Chiar și ochelarii, praful de pușcă și tiparul sînt, în mare măsură, realizări practice, cu toate că ele trebuie să fi fost inspirate de învățați (p. 237 și urm.). Omul de știință pare să fi contribuit mai mult la inventarea busolei și a ceasornicului, dispozitive esențiale pentru navigație (p. 234 și urm.).

Ceea ce numim prima revoluție industrială — cea din secolul al XVI-lea — este aproape în întregime rodul iscusinței meșteșugarilor, stimulați de noul sistem capitalist, care punea preț pe spiritul de inițiativă în producție. Dezvoltarea minelor, morilor și corăbiilor a dus la elaborarea mecanicii (p. 269 și urm.), care, peste 200 de ani, avea să constituie baza marii revoluții industriale și să inspire generația oamenilor de știință din secolul al XVII-lea.

Principalele transformări caracteristice marii revoluții industriale: înlocuirea lemnului cu cărbunele în domeniul combustibililor și cu fierul în domeniul materiilor prime, a calului și forței hidraulice cu forța aburului, a torsului cu un singur fus cu mașinile cu mai multe fuse, toate acestea sînt rodul ingeniozității lucrătorilor, acționînd, după cum am văzut (p. 390), sub triplul imbold economic al creșterii piețelor de desfacere, al reducerii din această cauză a materiilor prime tradiționale și al apariției strangulărilor în producție datorită lipsei de brațe de muncă. Transformările enumerate au devenit posibile numai prin crearea de capital disponibil pentru fabricarea noilor mașini. Totul s-ar fi putut înfăptui și fără știință, dar nu într-un timp atît de scurt. De fapt, însuși progresul, eficiența și rentabilitatea noilor mașini au servit ca atracție și ca forțe motrice

ale dezvoltării științei. Savanții au devenit tehnicieni, iar tehnicienii și-au însușit cunoștințele științifice (p. 428).

Dominația practicianului, tehnicianului și a patronului său, fabricantul, s-a menținut o lungă perioadă din secolul al XIX-lea. Mașinile de precizie, pe care se bazează întreaga noastră industrie modernă, au fost realizate toate la banc și la strung, de muncitori de rînd, din propria lor inițiativă (p. 429). Oamenii de știință sau, mai adesea, amatorii entuziaști cu vagi noțiuni științifice au putut să ia inițiativa construirii de noi instrumente sau a introducerii unor noi procese tehnologice numai în noile domenii ale chimiei și electricității.

Victoria lui Edison a însemnat sfîrșitul epocii inventatorului și începutul unei epoci noi : aceea a cercetării științifice dirijate în industrie, care dăinuie, consolidîndu-se mereu, pînă în vremurile noastre. De acum înainte progresul industrial și cel științific se vor împleni tot atît de strîns ca și înainte de zorile civilizației.

14. 2. Interacțiunea dezvoltării științei, tehnicii și economiei

Din studiul paralel al progresului tehnic și al celui științific de-a lungul veacurilor se conturează limpede o concluzie : deși știința a existat ca o disciplină conștientă chiar de la apariția civilizației, ea nu a fost indispensabilă pentru obținerea nici unui rezultat tehnic pînă în secolul al XVI-lea, cînd a devenit absolut necesară navigației ; de asemenea, ea nu s-a dovedit utilă în prea multe cazuri pînă în secolul al XIX-lea, cînd a devenit necesară în chimie și în construcția de mașini.

Dacă știința, în fazele ei inițiale, a fost efectiv necesară pentru realizarea vreunui scop practic rămîne încă o problemă nelămurită. În agricultură, calendarul, deși util, nu este absolut indispensabil (p. 81), iar de arhitectura monumentală a piramidelor și templelor, cum își dă seama oricine, omenirea s-ar fi putut foarte bine lipsi. Aceasta nu era însă și părerea popoarelor din vremea aceea : cel puțin preoții și demnitarii, din China și pînă în Peru, considerau că pentru o bunăstare economică și politică era absolut necesar un contact efectiv și sistematic cu forțele cerești. Acestei credințe îi datorăm, desigur, știința pe care o avem astăzi.

Dar ceea ce a îngăduit științei să iasă din făgașul unei astronomii matematice oarecum sterile a fost contactul cu tehnica mecanicii, pneumaticii și balisticii, pe care l-a stabilit în timpul Renașterii (p. 281), și cu aceea a fermentării, distilării și a prelucrării chimice a textilelor în secolul al XVIII-lea (p. 376).

De aici rezultă o importantă concluzie generală, și anume că, în timp ce necesitățile tehnice ridică adeseori, dar nu tot-

deauna, probleme care fac să apară noi ramuri ale științei, progresele științifice sînt întotdeauna asigurate atunci cînd pot fi integrate unei ramuri productive și rentabile. Progresul opticii s-a datorat șlefuitorilor de lentile (p. 293), acela al magnetismului constructorilor de busole (p. 300). În zilele noastre, industria motoarelor cu reacție și cea frigotehnică stimulează dezvoltarea teoriei căldurii, industria radiofonică și-a asumat dezvoltarea acusticii, industria cinematografică se ocupă de optică, fără a mai vorbi de știința electricității, care este indisolubil legată de industria electrotehnică.

Din examinarea timpului și locului în care s-au produs explozii ale avîntului științific reiese că înflorirea științei este condiționată de un progres tehnic rapid, deci de existența unui sistem economic prielnic investițiilor de capital. Deși, în comparație cu investițiile din diferitele ramuri de producție, știința necesită fonduri neglijabile, sumele cheltuite pentru știință oferă rareori perspectiva unei rentabilități imediate. În consecință, cheltuielile făcute pentru știință sînt investiții de capital cu o rată coborîtă a profitului, dar conținînd posibilitatea de a aduce uneori mari cîștiguri. Factorii materiali care frînează progresul științei provin mai ales dintr-o acută lipsă de fonduri (p. 900 și 908), îndeosebi atunci cînd se urmărește o aplicare pe scară mare, așa cum a reieșit din tristele exemple ale lui Simon Sturtevant (p. 286) și Denis Papin (p. 417).

Satisfacerea nevoilor materiale ale științei este o condiție necesară, dar nu și suficientă, pentru a-i asigura progresul; trebuie să existe, totodată, o atmosferă de interes față de ceea ce este nou, un interes destul de viu pentru a atrage pe oamenii cei mai capabili la aventura cercetărilor științifice. Pe de altă parte, știința mai poate fi ținută în loc și de predominarea ideilor aparținînd perioadei anterioare. Unul dintre factorii care au frînat cel mai des progresul științei provine din însuși succesul științei. Acest factor este credința că știința ar fi un mijloc prin care se poate obține cunoașterea absolută și definitivă.

Dogma adevărului științific

Studiul istoriei științei ne-a dovedit că aceasta nu este o entitate care poate fi fixată o dată pentru totdeauna într-o definiție. Ea este un proces care trebuie să fie studiat și descris, o activitate omenească legată de toate celelalte activități omenești și într-o permanentă interacțiune cu acestea. Am văzut cum se transformă știința, nu numai dezvoltîndu-se și întinzîndu-și ramurile în domenii fie cu totul noi, fie abandonate pînă atunci simțului comun sau mitului, dar și

desăvârșindu-și neîncetat descoperirile cu o tot mai adâncă cunoaștere de sine și cu o tot mai mare putere de integrare.

Dar nu întotdeauna aceasta a fost concepția despre știință. În trecut se considera, iar unii mai consideră și azi, că, în esența ei, știința este un sistem autonom cu desăvârșire izolat de viața socială. Unii cred în posibilitatea unei cunoașteri intrinsece și pure, singura apropiere posibilă de adevărul absolut putînd fi realizată printr-o metodă sigură și apoi prin respingerea pătimășă a oricărui mod diferit de a vedea lucrurile. Istoria științei este plină de exemple care arată că adoptarea acestei atitudini a fost mijlocul cel mai sigur de a ține în loc știința, creîndu-se deseori aparența unei maxime profunzimi și generalități.

Cel mai elocvent exemplu este sinteza aristotelică-averroistă-tomistă (p. 227), care a oferit concepția despre lume și metoda ce a predominat în știință din secolul al IV-lea î.e.n. pînă în secolul al XVII-lea e.n. Timp de peste 2 000 de ani, acesta a fost cadrul rigid în care a încremenit gîndirea, iar descătușarea ei a necesitat o transformare violentă pe plan economic și politic.

Ceea ce poate nu sesizăm este că și noi trecem printr-o fază de transformare a științei, ca și de transformare fundamentală a societății. În știință, ca și în societate, efortul de a salva situația prin modificări, completări și cîrpele ale formelor vechi este zadarnic. Va trebui să elaborăm din nou, în lumina experienței și controverselor, adevăratele baze ale științei însăși.

Relațiile dintre știință și societate

Între știință și societate există o reciprocitate deplină. Tot așa cum evenimentele sociale provoacă transformări ale științei, la fel și într-o măsură mereu mai mare știința a determinat transformări sociale. Aceste transformări sînt multiple, directe și indirecte, acționînd asupra cadrului material al societății și asupra ideilor care o susțin și o transformă. Efectele directe ale transformărilor materiale sînt cel mai ușor observabile, iar majoritatea oamenilor le consideră ca fiind cele mai importante rezultate ale științei. Aceste efecte se exprimă în torentul neînterupt și tot mai rapid de noi mijloace tehnice și de îmbunătățiri aduse celor vechi în noua lume mecanică, electrică și chimică a secolului al XX-lea, lume care nu poate fi concepută fără știință. Mult mai importante sînt însă efectele indirecte ale transformărilor materiale produse de știință. Cu toate că la început dezvoltarea științei a fost determinată de factorii economici și politici, după ce știința s-a afirmat ca o cheazășie a puterii economice

și politice însuși progresul ei a devenit un factor hotărâtor al vieții politice și sociale. Nici un stat industrial modern nu poate exista fără știință și nici nu se poate menține mult timp dacă nu-și folosește din plin resursele intelectuale pentru dezvoltarea științei și extinderea aplicării ei practice. În consecință, sistemele politice actuale sînt, în parte, un rezultat al efectelor materiale ale științei.

Dar efectele ei materiale nu sînt singurele prin care știința acționează asupra societății. Ideile științifice au o înrîurire profundă asupra tuturor celorlalte forme umane de gîndire și acțiune: filozofică și politică, religioasă și artistică. Sub acest aspect, înrîurirea ei este și mai complexă decît pe plan material. Ideile științifice nu sînt pur și simplu deducții ale logicii metodelor experimentale; ele sînt, în primul rînd, concepții provenite din conținutul social și intelectual al perioadelor precedente, transformate — adeseori foarte puțin — după ce au fost trecute prin proba experimentării științifice. Așa s-au petrecut lucrurile, de pildă, cu ideea legii naturale a lui Newton, care a fost o reflectare a instituirii unei forme de guvernămînt bazate mai mult pe legalitate decît pe autoritate (p. 343), și cu ideea selecției naturale, sau aceea a luptei pentru existență din teoria evoluționistă a lui Darwin, care a reflectat libera concurență din epoca de avînt a capitalismului (p. 486). Dar aceste idei, deși provin din forme sociale mai vechi, de îndată ce sînt adoptate și utilizate în știință, se consolidează și totodată se transformă. Ele sînt folosite pentru a da o consacrare științifică practicilor sociale, așa cum s-a constatat în cazul multor exemple din istoria științei, începînd de la concepția aristotelică despre lume și pînă în ziua de azi (p. 147).

Pentru o deplină înțelegere a relațiilor — în neîncetată transformare — dintre știință și societate se impune luarea în considerare a factorilor materiali, ca și a celor ideologici. Nici o societate nu se poate lipsi de un anumit nivel științific, necesar forțelor productive. După cum am văzut însă, acest nivel a fost, pînă în ultimul timp, destul de scăzut. Știința de care dispunea o societate oarecare peste acest minim reprezenta tocmai ceea ce-i trebuia pentru ca, împreună cu filozofia și religia, să susțină sistemul social respectiv. Ocazional, ea oferea și o ocupație intelectuală cîtorva membri ai claselor dominante, care se simțeau înclinați să-și petreacă timpul liber cu astfel de îndeletniciri. Bineînțeles că o asemenea știință nu putea constitui în sine un stimulent pentru transformarea tehnicii, după cum nu putea să determine schimbarea modului de producție; ea a putut fi folosită în acest scop numai în măsura în care acționau în acest sens și alți factori. Acești factori

erau, în cea mai mare parte, de ordin economic. Maşinismul revoluţiei industriale n-ă fost un simplu dar al inventatorilor — existaseră doar şi mai înainte destui oameni ingenioşi —, ci, după cum am văzut (p. 367 şi urm.), s-a dezvoltat ca urmare a disponibilităţilor de capital, de braţe de muncă şi a posibilităţilor de profit oferite de piaţă. Însă, de îndată ce apare un nou proces de fabricaţie sau o maşină nouă ori, cu atât mai mult, un nou principiu ştiinţific — cum a fost cazul cu principiul inducţiei electromagnetice al lui Faraday —, care poate da naştere multor procedee tehnologice şi maşini noi, acesta transformă inevitabil procesul de fabricaţie şi oferă noi posibilităţi de transformare economică.

Diferitele ştiinţe sociale sau ale naturii au apărut în decursul istoriei avînd acest rol de acceleratori, iar nu de generatori ai transformării sociale, suferind ele înseşi modificări în cursul acestui proces. Urmele progresului ştiinţific şi al celui economic se împletesc atât de strîns în spaţiu şi în timp, încît asocierea lor nu poate fi întîmplătoare. În aceste pagini a fost relevată, în parte, natura legăturii dintre activitatea ştiinţifică şi cea economică; nu există şi nici nu poate exista însă o formulă simplă care să exprime relaţia dintre ele. După cum s-a arătat, condiţiile economice şi politice au fost, în anumite regiuni şi în anumite perioade, deosebit de prielnice dezvoltării ştiinţei, ridicînd probleme şi recompensînd soluţiile reuşite. Descoperirea problemelor este, de fapt, mult mai importantă decît descoperirea soluţiilor: la soluţii se poate ajunge prin experienţe şi raţionament logic; la probleme se poate ajunge numai prin imaginaţie, stimulată de greutăţile întîmpinate în practică.

Rolul geniului

Se susţine uneori că această influenţă economică atinge numai unele sectoare neînsemnate ale ştiinţei şi că marile descoperiri sînt făcute de oameni de geniu, asupra cărora locul şi timpul nu exercită nici o înrîurire.^{1,15; 7.3} Copernic, Descartes, Harvey şi Linné pot fi citaţi ca exemple de oameni care au lucrat departe de centrele progresului tehnic ale vremii lor. Acest lucru este însă numai parţial valabil, deoarece secolul al XVI-lea în Polonia, secolul al XVII-lea în Anglia şi Franţa şi secolul al XVIII-lea în Suedia au marcat perioade de expansiune naţională. Este totuşi un fapt că în primul şi în ultimul caz oamenii de ştiinţă respectivi n-au trăit în ţări care să aibă un rol central în Europa, iar Harvey şi Descartes n-au avut legături strînse cu industria. Această aparentă nepotrivire vine de acolo că ceea ce prezintă importanţă nu este locul unde s-a născut sau chiar unde a lucrat şi a murit

un om de știință. De îndată ce și-a descoperit vocația, el nu mai este legat de un loc anume, ci lucrează oriunde poate trăi. Ceea ce prezintă importanță este centrul tradiției care l-a format. Pentru Copernic și Harvey, acest centru a fost Italia, care tocmai ajunsese la apogeul ei economic și cultural. Pentru Descartes a fost intelectualitatea societății franceze, aflată în pragul *secolului de aur* (p. 304 și urm.). Linné face excepție; în mare măsură autodidact, el a cucerit împărăția plantelor prin elanul său aproape religios, prin tenacitate și prin muncă îndârjită. Sistemul său însă ar fi pierit o dată cu el dacă n-ar fi existat în vremea aceea o sumedenie de horticultori și botaniști gata să facă orice pentru a-și pune ierburile în ordine. Știința nu germinează și nu rodește decât dacă ogorul social este bine pregătit prin activitatea economică (p. 21).

Această dezvoltare progresivă a științei își are originea în interconexiunea ei, neîncetat reînnoită, cu industria. Pe măsură ce societatea omenească se dezvoltă, rolul pe care-l joacă tehnica și știința devine, după cum am văzut, din ce în ce mai important. Asemănător este și rolul pe care-l joacă în tehnică știința conștientă și logică. În noianul de procedee tehnice rituale și tradiționale din vremuri străvechi, ne este greu să descoperim o logică intrinsecă pe care s-o putem numi știință (p. 48). O putem recunoaște ca atare, numai pentru că știm ce avea să se producă ulterior. Astăzi știința apare ca instituție de sine stătătoare, cu tradiție și disciplină proprii, cu cercetători specializați și cu mijloace proprii. Și mai important este că toate domeniile vieții sociale — industria, agricultura, medicina, administrația și, mai ales, armata — resimt o nevoie tot mai mare în activitatea curentă de ajutorul științei organizate, iar progresul lor depinde în întregime de știință. Această tendință, care nu prezintă nici un semn de atenuare, ci mai curînd de accentuare, urmează linia îndrumării tot mai conștiente a activităților umane, permițînd un control tot mai amplu asupra mediului înconjurător prin cunoașterea legilor acestuia.

Afirmarea științei ca factor major al progresului social

Afirmarea științei ca factor a cărui acțiune este importantă pe plan social este un pas hotărîtor și ireversibil în istoria generală a omenirii. Împreună cu transformările economice și politice de care este în mod necesar legată, această afirmare este un eveniment tot atît de important ca și apariția speciei umane însăși sau a primei ei civilizații. Asemenea transfor-

mări cruciale au atît efecte pozitive, cît și negative. Ele nu numai că fac posibilă apariția elementelor noi, dar fac imposibilă dăinuirea elementului vechi. Atunci cînd undeva se produce un salt pînă la un nou nivel de complexitate, posibilitatea unor salturi asemănătoare, în altă parte, dispăre repede. De pildă, cînd plantele verzi s-au răspîndit pe suprafața pămîntului, tipurile de plante cu alt metabolism bazal n-au mai avut posibilitate să se extindă.

Dezvoltarea științei moderne, legată inițial de capitalism și de revoluția industrială, a fost impetuoasă și ireversibilă. Noul mod de exprimare și de gîndire a lucrurilor, care a apărut în urma studiului tehnicilor și meșteșugurilor, a condus, prin transformarea acestor tehnici, la o mai profundă înțelegere atît a problemelor umane, cît și a problemelor tehnice. În felul acesta, orice soluție care neagă știința a devenit pentru totdeauna inoperantă.

Aceasta reiese destul de clar dintr-un exemplu foarte recent. Naziștii au fost de la început violent antiraționalişti, susținînd un sistem mistic, singura concepție care le putea justifica politica, servindu-le în același timp drept paravan pentru adevăratele lor scopuri, de sprijinire a capitalismului monopolist. Firește deci că ei au fost ostili științei, dar nu s-au putut lipsi de ea, deoarece ea s-a dovedit necesară pentru singurul lor mijloc eficient de acțiune, războiul. Orice stat sau clasă socială care nu folosește și nu dezvoltă știința intens și multilateral sau nu poate face acest lucru este, în lumea de azi, sortit decăderii și pieirii (p. 828 și urm.).

Transformarea economiei prin utilizarea științei este un fenomen de dată foarte recentă, ajungînd să aibă o importanță decisivă abia la începutul secolului nostru ; după aceea însă transformarea a devenit atît de rapidă, încît n-a mai fost cu putință să se aștepte ca știința să se infiltreze treptat în formele economice existente, așa cum se întîmplase în trecut. Știința a apărut ca un factor nou, care schimbă lucrurile foarte rapid în raport cu durata vieții omenești. Transformările anterioare ale civilizației au avut un ritm de desfășurare mult mai lent : noul era introdus de generațiile noi, iar acolo unde au existat lupte fâțișe aceasta s-a datorat faptului că anumite grupe sociale sau anumite popoare nu erau afectate de aceste transformări, opunîndu-le rezistență.

În epoca actuală, noile posibilități de a dirija lumea materială au devansat considerabil apariția formelor corespunzătoare de viață culturală, politică sau economică. Filozofii științei și ai religiei înfățișează adeseori această situație^{6.5.215} ca o depășire a nivelului moral uman de către forțele materiale, trăgînd concluzia că știința trebuie stăvilită sau chiar dată înapoi, pînă ce se va ajunge la o regenerare spirituală

a omului. Lucrul acesta însă, din motivele pe care le-am arătat, nu pare de loc probabil; știința se dovedește prea utilă, chiar dacă uneori este folosită pentru distrugere. Trebuie să ne gândim mai curînd la soluția opusă, căutînd să ridicăm nivelul moral al omenirii printr-o societate mai bine orînduită. Deși într-o asemenea încercare vor exista inevitabil lupte și greutăți, avem toate motivele să sperăm într-un succes rapid. Căci știința a dat oamenilor capacitatea, care în trecut le lipsea, de a înțelege situațiile sociale și de a găsi mijloacele de rezolvare a problemelor practice ale perioadei de trecere, printr-o organizare socială conștientă. Valoarea unui studiu asupra locului pe care-l ocupă știința în istorie constă în explicația pe care o dă transformărilor economice și tehnice care au dus la etapa în care ne aflăm astăzi.

14. 3. Calea progresului științific

Mai rămîne de discutat o problemă istorică de importanță capitală. În ce fel poate să contribuie studierea științei în istoria societății la explicarea căilor specifice pe care le-a urmat progresul industriei și al științei. Care este explicația procesului pe care l-a străbătut de la apariția ei rodnică în Babilon și Egipt, prin Mediterană, în Grecia și apoi în Italia, pentru a se fixa — în cea mai importantă perioadă de formare —, în secolul al XVII-lea, în jurul Mării Nordului, de unde s-a răspîndit apoi, în vremea noastră, pe tot cuprinsul lumii? Este evident din cele expuse în această lucrare, mai ales în introducerile la primele patru părți și în acest capitol, că nu este vorba de o determinare rigidă, deși este cert că, pentru ca o regiune să poată deveni un centru de civilizație, este necesară satisfacerea anumitor condiții.

În cadrul anumitor limite, nici o regiune nu poate să rămîna mult timp un centru de progres economic sau cultural dacă nu dispune de resurse naturale adecvate — zone bogate în vînat, terenuri agricole și păduri, zăcăminte de cărbune și de minereuri de fier, terenuri petrolifere și resurse de energie hidroelectrică — corespunzătoare etapei respective de dezvoltare tehnică. O condiție negativă, la fel de importantă, este ca clima regiunii respective să nu fie prielnică bolilor endemice sau debilizării generale a populației, cum a fost, de pildă, cea care a pus capăt vechii civilizații maya. Dar acestea sînt doar condiții minime pentru dezvoltarea unei civilizații, căci în fiecare stadiu din istoria omenirii au existat nu una, ci multe regiuni care au avut resursele necesare și climatul corespunzător. Deși o mare parte a lumii — acoperită de tundre, deșerturi, păduri tropicale — nu s-a putut dezvolta

până în zilele noastre, mai rămînea o parte destul de mare care prezenta condiții prielnice.

Care anume dintre regiunile cu condiții geografice favorabile va deveni un centru de progres? Aceasta depinde mai ales de formele sociale: relațiile de producție și consecințele economice și politice determinate de ele. Factorii geografici pot juca și ei un anumit rol; o izolare geografică completă poate frîna dezvoltarea, cum s-a întîmplat cu civilizațiile băstinașilor din America; pe de altă parte însă, un acces prea lesnicios din alte regiuni, ca în cazul Babilonului și al sud-estului Europei, poate duce la regres, prin pătrunderea influențelor unor populații mai puțin civilizate. De o importanță hotărîtoare însă, mai ales în epocile mai tîrzii, a fost existența tendinței lăuntrice permanente de transformare, determinată de succesiunea luptelor de clasă. Tehnica și cultura au fost armele care au asigurat rînd pe rînd dominația fiecărei clase, ele însele perfecționîndu-se la rîndul lor în cursul acestui proces.

S-ar părea că în primele timpuri ale omenirii s-au putut dezvolta, și s-au dezvoltat chiar, mai întîi o cultură rurală și apoi o cultură urbană, oriunde au existat condiții materiale favorabile (p. 65 și urm.). Dată fiind marea izolare geografică a acestor centre de cultură, s-au format vreo șase tipuri de civilizație, printre care și civilizațiile îndepărtate din America Centrală și de Sud. După ce s-a format, fiecare dintre aceste civilizații și-a asigurat continuitatea prin tradiția tehnicilor materiale și a formelor sociale, dobîndindu-și astfel, între anumite limite, posibilitatea de a rezista influențelor din afară. Fiecare zonă — elenă, indiană, chineză — a căpătat trăsături distincte, începînd cu ideile fundamentale și sfîrșind cu stilul ornamentelor.

Admiterea existenței unor forme diferite de civilizație nu atrage după sine acceptarea concepției mistice care consideră forma de civilizație ca o specie biologică, ce se dezvoltă, se răspîndește sau se stinge, sau a concepției și mai extravagante care consideră civilizația asemenea unei ființe spirituale ce se naște și moare, ca în teoriile la modă în ultima vreme, susținute de Toynbee și Spengler. ^{1.20; 6.172} O civilizație este un sistem adecvat de grupare a diferitelor procese de dezvoltare dintr-o anumită regiune, uneori foarte vastă, avînd la bază o tradiție culturală și tehnică neînteruptă. Privite de aproape, civilizațiile sînt fluide și nedefinite, în neîncetată transformare și contopire reciprocă. În ce măsură este valabilă afirmația potrivit căreia cultura budistă chineză face parte din civilizația indiană? Factorii esențiali și durabili sînt mijloacele de producție, sistemul de organizare a agriculturii și industriei,

împreună cu relațiile de producție, clasice, feudale sau capitaliste. Limba și tradiția mitică sau literară pot contribui la asigurarea coeziunii, așa cum a contribuit opera lui Homer la greci, sau Vechiul testament la evrei.

Tipul general de organizare a agriculturii și industriei este alcătuit din forme și instituții relativ stabile, dar numeroase elemente ale unei civilizații se pot răspîndi și se răspîndesc ușor. Prin mijlocirea negustorilor și a meșteșugarilor ce se deplasează din loc în loc, dispozitivele tehnice, care pot fi confecționate oriunde după ce li s-a aflat secretul, cum s-a întâmplat, de pildă, cu carul cu roți și cu alambicul — s-au răspîndit în toate părțile lumii. Nivelul tehnic la care au ajuns civilizațiile agricole a fost aproximativ același. De asemenea, datorită învățaților călători, produsele intelectuale utile — științe ca matematica, astronomia, medicina și, în parte, alchimia — au fost răspîndite aproape pretutindeni, contribuind la formarea unui tezaur comun de cunoștințe care au fost însă interpretate în mod diferit, fiind adaptate concepțiilor tradiționale și religioase dominante. După cum s-a văzut, cel puțin pînă în secolul al XV-lea, relațiile dintre civilizațiile principale se bazau pe un schimb cîstît. Nu părea să existe în rîndurile lor vreo superioritate vădită, astfel că un italian inteligent, ca Marco Polo, deși a găsit destule lucruri de care să se minuneze în rafinamentul și în cultura chineză, n-a întîmpinat nici o greutate cînd a fost vorba să ocupe o slujbă în sistemul administrativ al Chinei.

Dintre toate aceste civilizații însă, numai una avea să dea naștere următoarei faze de progres: pe plan economic prin capitalism, pe plan tehnic prin știință. Nici din punctul de vedere al utilajului tehnic, nici din acela al progresului intelectual nu existau deosebiri prea mari în favoarea vreunuia dintre principalele centre de civilizație din evul mediu. Prin intermediul culturii islamice, moștenirea comună a culturii elene, mesopotamiene și indiene — baza progreselor ulterioare — era destul de larg cunoscută pentru ca să existe pretutindeni posibilitatea realizării acestui progres. După opinia noastră, s-ar putea ca avantajul dobîndit de Europa să fi fost creat de doi factori primordiali: avîntul specific luat de industrie prin extinderea pieței de desfacere și creșterea prețurilor într-o zonă cu populație relativ rară în secolul al XVI-lea (p. 283), ca și absența unui obstacol masiv, ridicat de tradiție în calea progresului, cum a fost acela al bigotismului religios din lumea islamică și din India (p. 206) sau al obstrucției birocratice din China (p. 230).

Aceste condiții au făcut ca apariția capitalismului și prăbușirea orînduirii feudale să rămîină limitate la Europa, iar

în cuprinsul Europei la anumite regiuni privilegiate. În ce au constat, în ansamblu, avantajele deosebite de care s-au bucurat Italia, Franța și țările din jurul Mării Nordului în secolele al XV-lea și al XVI-lea ? Italia și Franța fuseseră cele mai bogate și mai populate regiuni ale Imperiului roman de apus și-și păstrau în cea mai mare parte vechile tradiții, în special cele ale vieții urbane și ale meșteșugurilor. Însă resursele lor naturale de bază nu se puteau compara cu cele ale țărilor din bazinul Mării Nordului, cuprinzând Flandra, Olanda, Frizia și Renania inferioară, precum și Anglia (p. 210). După ce s-a trecut la defrișarea pădurilor și la o drenare rudimentară a solului, aceste regiuni au devenit unele dintre cele mai bune regiuni agricole din lume, beneficiind de un regim de precipitații regulat. ^{6.176} Aceste regiuni au și în prezent cea mai ridicată productivitate agricolă. Anglia a produs lână cea mai bună din lume, creîndu-și prin aceasta temeliile măreției ei. ^{3.32a} Marea Nordului dădea mari cantități de pește, iar țările din jurul ei nu duceau lipsă decât de sare, coloranți și mirodenii. La început, aceste țări aveau lemn din belșug ; când lemnul s-a terminat, l-au înlocuit cu cărbunele extras din zăcămintele proprii și s-au învățat să producă și să folosească în cantități mari fierul. În plus, în cea mai mare parte a acestei regiuni, transportul pe apă a înlesnit schimburile de produse industriale și de materii prime. Toate acestea sînt condiții necesare ; nici o regiune mai puțin înzestrată n-ar fi putut duce, de-a lungul unor transformări tehnice succesive, povara unei culturi în plină expansiune, care tinde totdeauna să epuizeze resursele disponibile înainte de a-și putea asigura altele noi.

Toate aceste condiții prielnice n-ar fi folosit la nimic dacă nu s-ar fi creat mijloacele sociale pentru exploatarea avantajelor oferite. Sub regimul feudal, acest lucru n-ar fi fost cu putință ; sub regimul capitalist însă, resursele naturale au putut fi utilizate cu tot mai mult succes prin reinvestirea în întreprinderi productive a profiturilor realizate anterior. Apoi capitalismul putea să folosească metode tehnice perfecționate și să încurajeze știința pentru a crea metode cu totul noi.

Nu a fost ușor să i se asigure capitalismului o bază de dezvoltare. Prima încercare făcută în Italia în secolul al XIV-lea a eșuat în secolul al XVI-lea, sub acțiunea simultană a tendințelor interne de restaurare a feudalismului și, ca urmare, a atacului forțelor feudale din Franța și Spania (p. 244). Făurirea primei baze stabile în Țările de Jos, în secolul al XVI-lea, a fost realizată numai prin lupte violente și chiar desperate (p. 282). Totuși, capitalismul oferea avantaje economice atît de mari, încît ele i-au asigurat răspîndirea pe tot cuprinsul lumii, la început prin exemplu, apoi prin cuceriri.

Spre mijlocul secolului al XVII-lea era evident că nici o țară care nu adoptase capitalismul nu va putea să țină piept celor care-l adoptaseră.

Apoi impulsul pe care capitalismul l-a dat la început noii științe i-a asigurat acesteia o superioritate covârșitoare, în comparație cu realizările progresului intelectual obținute în centrele de cultură mai vechi. De fapt, nici în India și nici în China, cu toate realizările lor culturale anterioare, n-a existat vreun progres important din secolul al XVI-lea până în zilele noastre *. De atunci orice înflorire culturală a fost împiedicată de amestecul economic și politic al puterilor capitaliste străine. Din secolul al XVII-lea până la începutul secolului al XX-lea, știința și cultura au devenit un monopol al Europei, manifestând tendința unei concentrări tot mai accentuate în centrele industriei grele. Astăzi asistăm la începuturile unui proces invers: o largă descentralizare a științei și tehnicii, care, în ciuda oricăror eforturi de a fi menținute în cadrele „civilizației creștine occidentale”, vor dovedi că roadele lor pot fi culese de oameni de orice culoare sau tradiție. Problemele acțiunii reciproce dintre știință și societate trebuie considerate în lumina condițiilor din lumea actuală, cu conflictele ei dintre forțele conservatoare și cele eliberatoare, iar nu în cadrul unui imaginar stat ideal atemporal.

14. 4. Știința în societatea împărțită în clase

Mai rămîne de discutat un alt aspect al acțiunii reciproce dintre știință și societate, și anume acela al influenței exercitate asupra științei de scindarea societății în clase sociale, influență care s-a manifestat de la primele începuturi ale civilizației. Dat fiind că cei mai mulți dintre noi am fost educați în societatea împărțită în clase, pe care o considerăm deci ca o stare firească, nu ne este de loc ușor să ne dăm seama ce înseamnă aceasta pentru știință. De fapt, așa cum ar trebui să rezulte din această lucrare, știința a resimțit influența împărțirii în clase chiar de la apariția acestei împărțiri, atît pe plan material, cît și pe plan ideologic, ceea ce și-a pus amprenta asupra structurii, dezvoltării și utilizării științei (p. 25).

Transformările tehnice succesive care s-au petrecut de la începuturile civilizației și pînă în zilele noastre au fost de fiecare dată determinate de interesele indivizilor și ale grupărilor aparținînd claselor exploatatoare din epoca respectivă. Orice foloase pe care le-au adus altor clase sociale au fost întîmplătoare. Pentru ca sclavii sau iobagii să-și poată îndeplini sarcina de a asigura hrana stăpînilor lor, ei trebuiau să fie menținuți în viață. Pe măsură ce mecanismul civiliza-

ției a devenit mai complicat, s-a simțit necesitatea ca unii dintre ei să primească și o anumită instrucțiune.

Putem, pe drept cuvânt, să admirăm piramidele ca o extraordinară realizare tehnică și arhitectonică, dar nu este mai puțin adevărat că ele reprezintă irosirea muncii a zeci de mii de oameni pentru un avantaj ipotetic al sufletului faraonului, ca și pentru prestigiul și beneficiul material al preoților care asigurau conducerea lucrărilor de construcție. Moștenirea mult prea durabilă pe care ne-a lăsat-o epoca bunicii noastre sub forma unor orașe hidoase și a unui peisaj rural desfigurat ne amintește ce preț a trebuit să plătească poporul pentru realizarea revoluției industriale. Iar astăzi, în această eră a științei, este înspăimântător cât de puțin sînt folosite noile cunoștințe, perfecționări și invenții în vederea îmbunătățirii condiției umane și cât de mult în vederea distrugerii !

Este un fapt istoric că dezvoltarea științei, ca și a altor aspecte ale civilizației, o datorăm epocii societăților împărțite în clase. N-ar avea nici un rost să examinăm cum s-ar fi putut dezvolta știința pe altă cale, dar ar fi absurd să credem că de acum înainte ar trebui să urmeze același drum. Societățile împărțite în clase ne-au lăsat lucruri foarte bune, dar și metode cât se poate de rele pentru obținerea și utilizarea acestor lucruri.

Din numeroasele exemple date în capitolele anterioare (p. 395) apare limpede că progresul științei a fost mereu frînat de acțiunea intereselor de clasă. Singurele stimulente ale progresului tehnic le-au constituit aplicațiile eficiente în timp de război și utilizările care au asigurat profituri în timp de pace. La rîndul ei, adoptarea mijloacelor tehnice noi a constituit singurul mod de consacrare a realizărilor științei în dezvoltare. Am văzut (p. 454 și 392), în special în istoria chimiei și a electricității, că numai atunci cînd o substanță chimică nouă sau un aparat nou sînt produse în cantități mari, destinate pieței — ceea ce deseori se întîmplă după mulți ani de la descoperirea lor —, ele pot să devină baza unor noi progrese științifice.

Din analiza posibilităților tehnice și a capacității intelectuale existente în diferite perioade, reiese cu claritate că aceste elemente nu au fost decît rareori sau, poate, niciodată factorii care au limitat în principal progresul industrial. Chiar și într-un secol de progres, cum a fost secolul al XIX-lea, ceea ce i-a determinat pe capitaliștii mărginiți și încătușați de tradiție să se abțină de la noi inițiative, realizabile din punct de vedere tehnic, a fost lipsa de perspectivă a unor profituri imediate (p. 444). Din cînd în cînd unul dintre ei realiza un progres tehnic, și atunci toți ceilalți se năpusteau pe urmele

lui. Consecința a fost că progresul științei a parcurs o cale mult mai lentă și mai neregulată decît ar fi fost necesar.

În prezent, cînd aplicarea întîmplătoare a științei a cedat locul cercetărilor industriale organizate sistematic, s-ar putea crede că asemenea întîrzieri sînt de domeniul trecutului. De fapt, dacă obstacolul pe care-l reprezenta lipsa de capital s-a micșorat datorită mării concentrări a acestuia, stimulentele pe care-l constituie libera concurență s-a redus în egală măsură, iar marile monopoluri care au înlocuit nenumăratele firme ce se concureau nu par de loc grăbite să introducă transformări tehnologice radicale. În capitolele anterioare am dat exemple în acest sens (p. 554, 577). Voi cita aici doar unul singur, care se situează chiar în centrul unei industrii științifice. Principiile care stau la baza iluminatului fluorescent sînt cunoscute încă dinainte de apariția becului electric cu filament și, totuși, a trebuit să treacă 40 de ani pînă să fie subvenționate suficient cercetările care să ducă la posibilitatea de a-l comercializa. Realizări ca nailonul și televiziunea obținute de știința dirijată de marile monopoluri și prezentate cu o reclamă răsunătoare ne fac uneori să trecem cu vederea ceea ce nu s-a realizat (p. 582). Cei care cunosc posibilitățile de aplicare a științei nu sînt numeroși, dar își dau destul de bine seama cît de puțin sînt folosite uriașele resurse de cunoștințe existente în prezent, din cauza unei orientări greșite și a restricțiilor care lovesc în tot ceea ce nu poate aduce profituri imediate. Într-un fel sau altul, știința n-a fost lăsată să slujească omenirea. Ceea ce limitează știința nu sînt formele pe care le ia societatea împărțită în clase antagoniste, ci însăși esența acesteia : exploatarea omului de către om.

Existența societăților împărțite în clase antagoniste nu numai că afectează urmările materiale ale cunoașterii, dar lovește adînc în ideile ei fundamentale. Literații și savanții aparțin clasei conducătoare, astfel că ideile fundamentale ex-primate în literatură și știință poartă în mod inevitabil pecetea prejudecăților și autojustificărilor. acestei clase. În același timp, tezaurul experienței practice acumulate în munca de fiecare zi — temelia întregii societăți — este ignorat de literatură și știința oficială.

Este semnificativ că perioadele celor mai mari avînturi ale artei și științei — cea a vechilor greci, Renașterea, iluminismul — au corespuns cu o prăbușire parțială și temporară a vechilor bariere dintre clase. În asemenea perioade, țelul clasei în ascensiune este de a acapara literatura, cultura și știința și de a le face mult mai accesibile maselor populare (p. 827).

Clasele au influențat în special bazele filozofice ale științei : științele naturii în limitele pe care le-a îngăduit experiența, iar științele sociale în întregime. După cum am văzut, cele două ramuri ale științei timp de secole nu erau separate. Grecii considerau că scopul unei filozofii cuprinzătoare consta în a da o descriere coerentă a întregului univers, pentru a justifica prin ordinea descoperită în univers în special orînduirea socială a *polis*-ului. Idealul platonice și calea de mijloc aristotelică au fost concepte politice-științifice (p. 125, 135).

Cînd rațiunea a dat greș, s-a făcut apel la credință, dacă nu pentru a justifica orînduirea socială profund coruptă și nedreaptă din Imperiul roman, cel puțin pentru a o face suportabilă, ca o treaptă spre fericirea cerească. Știința a regresat ; iar atunci cînd a reînceput să progreseze, a rămas multă vreme încătușată de scolastică, care urmărea în primul rînd să justifice, prin scriptură și raționament, deficiențele absurde ale sistemului feudal.

Pasul hotărîtor a fost făcut în timpul Renașterii, prin separarea lumii spirituale de cea materială, ceea ce a permis științelor naturii să aibă suficientă libertate de a se orienta spre realizări concrete, continuînd însă să se bazeze pe ideile vechiului sistem teologic-filozofic. Oricît de mari au fost succesele concrete înregistrate de noua știință, aceste idei s-au menținut, dîndu-se la fund în fazele optimiste ale progresului din timpul revoluției industriale, pentru a ieși din nou la suprafață o dată cu declinul sistemului capitalist (p. 833). Ca și în vremurile de mai înainte, necesitatea unei filozofii care să justifice sistemul dominației de clasă — nejustificabil prin însăși natura lui — a dus la denaturarea idealistă a filozofiei. În mare măsură, aceasta constă într-o naivă identificare a tot ce este superior, spiritual, ideal, cu apanajele claselor dominante, invocîndu-se elemente de ordin spiritual pentru a justifica orînduirea socială existentă printr-o consfințire divină (p. 89). Într-o formă mai rafinată, adoptată mai ales de creștinism, spiritualitatea a fost democratizată, cu condiția ca puterea și averea să rămînă, în această efemeră vale a plîngerii, în mîinile autorităților temporare : este filozofia „fericirii cerești“, atît de comodă pentru înlocuirea dreptății sociale prin filantropie (p. 183). Forma extremă a misticismului propovăduiește retragerea din această lume ireală, ceea ce implică indiferență față de modul în care este cîrmuită. Aceste concepții semi-religioase caută să se infiltreze la temelii științei, urmărind stăruitor s-o abată de la realitate.

Știința ca forță de producție

Aceste considerații asupra caracterului de clasă al științei nu au numai o semnificație istorică și teoretică ; ele trebuie să ne ajute să înțelegem conflictele care dezbină în zilele noastre atât știința, cât și societatea. Când oamenii de știință și masele largi populare vor înțelege însemnătatea socială a științei, ei nu vor mai putea merge pe vechiul făgaș, lăsând știința și tehnica să se dezvolte la întâmplare, sub presiunea intereselor particulare care le frânează și le denaturează. Noua concepție asupra caracterului științei și a forței pe care o reprezintă nu poate fi ignorată ; acceptarea ei implică însă ca societatea să-și asume responsabilitatea pentru promovarea și orientarea întregii științe (p. 22 și urm.).

Din același motiv este inutil să deplîngem modul în care s-a dezvoltat știința în trecut. Știința, ca și celelalte forme ale conștiinței sociale — limba, artele, religia, dreptul și politica —, a ajuns să aibă un conținut și o forță care depășesc mijloacele sau cauzele care au contribuit, pas cu pas, la construirea ei. Științele naturii, din ce în ce mai strâns legate de tehnologie, au dobândit o independență mult mai mare decât celelalte discipline cu caracter social mai pur, deoarece au prins rădăcini puternice în lumea materială, ocupându-se de proprietățile obiectelor vii și nevii.

Și mai important este faptul că în ultima vreme știința a devenit ceea ce tehnica a fost dintotdeauna : parte inseparabilă a forțelor productive ale societății. Astăzi, principiul tehnic „*a ști cum să faci*” trebuie să se sprijine pretutindeni pe principiul științific „*a ști de ce să faci așa*”, căci numai astfel se poate menține viața și dezvolta o societate modernă. Se prea poate ca știința să fi fost, în parte, o comoară strânsă cu mijloace incorecte ; ea rămîne totuși o comoară de care astăzi toți oamenii trebuie să beneficieze și la a cărei dezvoltare trebuie să-și aducă contribuția.

14. 5. Știința în lumea de azi

Înainte de a putea discuta cu folos despre importanța studiilor istorice pentru problemele noastre curente, trebuie să privim mai de aproape situația științei în lumea actuală și să stabilim legătura pe care o are cu repartizarea reală a puterii politice și economice. Această problemă o voi rezuma în câteva paragrafe, completînd informațiile din partea a VI-a.

Nivelul la care a ajuns știința în diferitele regiuni ale lumii este foarte inegal, dar se modifică extrem de rapid. Concentrarea științei corespunde în mare măsură, din motivele expuse mai sus (p. 499), cu aceea a industriei grele. Peste nouă

zecimi din cadrele științifice existente în lume sînt concentrate pe o suprafață de cîteva zeci de mîle, în cîteva zeci de mari regiuni carbonifere, și în cam tot atîtea mari capitale și porturi situate în diverse alte regiuni. Populația acestor centre ale industriei mondiale, în rapidă dezvoltare, este de aproximativ 340 000 000 de oameni, reprezentînd aproximativ 14% din populația totală a globului. Restul lumii se ocupă cu agricultura, iar cele mai mari concentrări de populație se află în bazinele a vreo șase fluvii mari și în cîteva insule cu un înalt nivel de cultură, cum sînt cele care alcătuiesc Japonia sau Java, reprezentînd a 20-a parte din suprafața locuită a globului, cu o populație totală de aproximativ 900 000 000 de țărani, care pînă acum nu s-au putut bucura de cuceririle științei. Pe restul globului, cu excepția deșerturilor, munților și tundrelor virtual nelocuite, trăiește o populație de 1,2 miliarde, alcătuită de asemenea în majoritate din țărani — aproape jumătate din populația totală a globului —, ocupînd 90% din suprafața lui locuibilă (harta 5, p. 936).

Aceste diviziuni pur geografice capătă o semnificație pentru știința actuală și viitoare numai dacă sînt privite prin prisma sistemelor politice și economice cărora le aparțin în prezent. Din punct de vedere politic, lumea de azi se împarte, în modul cel mai firesc, în trei sectoare : sectorul țărilor capitaliste, sectorul țărilor socialiste și sectorul fostelor țări coloniale, care se transformă acum, cu repeziciune, într-un bloc neutru de state ce nu mai fac parte din „lumea liberă”.

În prima categorie intră statele imperialiste noi și vechi, intens industrializate : Statele Unite, Marea Britanie, Germania, Franța, Italia, împreună cu statele industriale mai mici și mai slabe din Europa, dominate din punct de vedere economic, strategic și politic de Statele Unite și de Marea Britanie. Acestea cuprind la un loc o populație de 400 000 000, dintre care 250 000 000 sînt muncitori industriali și 150 000 000 muncitori agricoli. Nucleul propriu-zis al capitalismului ocupă însă un spațiu mult mai restrîns, mărginindu-se în America la statele din răsărit și din jurul Marilor Lacuri, iar în Europa la regiunile industriale din Anglia și la Ruhr, regiuni care, împreună, produc 60% din oțelul lumii, materialul-cheie al industriei moderne. În acest sector, în intervalele dintre crizele economice, industrializarea și producția se dezvoltă rapid, dar în America ritmul este considerabil mai accelerat decît în oricare altă parte, astfel că producția devine tot mai concentrată. Conducerea reală a acestui complex industrial nu este unitară, rivalitatea menținîndu-se și formîndu-se neîncetat noi combinații de forțe. Oligarhia conducătoare, stăpîniții celor 50 de mari trusturi financiare și industriale din lume, alcătuiesc

însă un grup restrîns și închis care, probabil, nu cuprinde mai mult de 100 de persoane, interesele dominante aflîndu-se în Statele Unite. ^{7.20a}

Al doilea sector al lumii îl formează țările care, începînd din 1917, s-au eliberat la diferite epoci de sub dominația capitalistă și au atins diferite etape în construirea unei societăți comuniste fără clase. Populația acestui sector este de aproape 900 000 000, reprezentînd o treime din populația totală a lumii. Actualul lor nivel de industrializare este scăzut; numai 90 000 000, sau 10% din populația totală, sînt muncitori industriali, iar dacă nu socotim și China, unde marea majoritate o formează țărani, 25%. Caracteristica semnificativă a acestui sector în legătură cu aplicarea practică a științei este procesul extrem de rapid de industrializare prin care trece acum. La aceasta se adaugă faptul că spre deosebire de tendința de centralizare a industriei, promovată în capitalism, procesul se desfășoară pe scară largă, urmărindu-se ridicarea nivelului producției industriale în mod egal în toate regiunile, dezvoltîndu-se agricultura în regiunile industriale și industria în regiunile agricole. Aceasta presupune de asemenea aplicarea susținută și planificată a științei atît în industrie, cît și în agricultură.

Al treilea sector al lumii cuprinde celelalte regiuni din Europa și din Asia, împreună cu întreaga Africă, Oceania și America centrală și de sud. Acestea sînt principalele regiuni furnizoare de materii prime și alimente ale vechilor țări imperialiste. Din populația totală de 1,2 miliarde a acestui sector, formînd jumătate din populația lumii, numai 5% este ocupată în industrie, concentrată aproape în întregime în Japonia, singura țară industrială din Asia. Restul populației, cu excepția fermierilor privilegiați din dominioanele britanice, sînt țărani, muncitori de pe plantații sau iobagi, cu un nivel de viață foarte scăzut.

Acest lucru reiese în modul cel mai simplu din consumul absolut de alimente. Popoarele care consumă zilnic, în medie, 2 600 de calorii pe cap de locuitor se află toate fie în primul sector, fie în țări ca Australia și Noua Zeelandă. La cealaltă extremă, în majoritatea țărilor din Asia și din Africa, consumul mediu zilnic nu atinge 2 200 de calorii. ^{7.20a} Această stare de mizerie fizică mărește predispoziția la boli, iar mijloacele de a le combate sînt și ele mai reduse. În India, durata medie a vieții este de 27 de ani, față de 68 de ani în Marea Britanie. La aceasta se adaugă analfabetismul maselor populare și o agricultură mizeră, cu un randament în descreștere.

În acest sector, 140 000 000 de oameni, adică 12%, se află direct sub dominația imperialistă a vechilor puteri industriale¹, iar 530 000 000 sau 44%, între care India și Pakistanul, țări cu populația cea mai densă, și-au obținut abia de curînd independența politică, dar mai sînt dominate din punct de vedere economic de puterile imperialiste vechi și noi. Această dominație se manifestă prin frînarea dezvoltării industriale în interesul puterilor imperialiste și prin orientarea întregii economii a acestor țări în direcția producției agricole și a materiilor prime minerale — metale de importanță strategică și petrol —, a căror extracție aduce mari profituri, mîna de lucru fiind ieftină. Solul este secătuit printr-o agricultură nerațională de monocultură, plantațiile aparținînd adeseori străinilor, iar produsele fiind prelucrate numai atît cît trebuie pentru ca transportul lor să fie ușurat cît mai mult. În sfîrșit, profiturile realizate în aceste întreprinderi nu rămîn în țările respective, astfel că nu pot fi întrebuintate pentru consolidarea lor economică.

În acest sector colonial sau semicolonial al lumii „libere“, lipsa industriei determină și o guvernare cu totul nedemocratică, în slujba intereselor marilor puteri, care este exercitată fie direct, prin funcționari străini, fie indirect, prin interpușii latifundiarilor sau ai oamenilor de afaceri din țara respectivă, deși, sub presiunea maselor populare, puterea le scapă din mîna pe zi ce trece. Nu mai este nevoie să spun că în asemenea împrejurări se recurge prea puțin la știință, deși oamenii devin tot mai conștienți de importanța ei. În Africa și în America de sud laolaltă există mai puțini oameni de știință decît în Olanda.

Utilizarea științei în sectorul capitalist

Cele două caracteristici principale ale cercetărilor și ale progresului științific din lumea capitalistă actuală, și mai ales din Statele Unite, sînt concentrarea și militarizarea. În nici o altă perioadă a istoriei, producția industrială și, cu atît mai mult, cercetările științifice nu s-au concentrat pe o porțiune atît de restrînsă a lumii și niciodată n-a existat o atît de mare disproporție între cercetările militare și cele civile (p. 595). Amîndouă aceste caracteristici sînt consecințele dezvoltării industriale sub controlul monopolurilor.

Urmărirea profitului maxim (p. 825) constituie aici factorul predominant al repartiției eforturilor între industrie și științele care o deservesc. De-a lungul întregii istorii a capitalismului s-a urmărit dezvoltarea tehnologiei, recurgîndu-se

¹ La începutul anului 1964, populația coloniilor era de aproximativ 40 milioane locuitori. — *Nota trad.*

la știință numai atunci cînd se părea că aceasta oferă mijlocul cel mai rentabil de organizare a producției. Acolo unde exista mînă de lucru ieftină și mașini vechi a căror valoare fusese amortizată, cum este industria textilă britanică din ultimii 100 de ani, nu s-a făcut nici un efort important pentru perfecționarea tehnicii sau aplicarea științei. ^{7.15-18}

De fapt, angajarea de cercetări științifice este o formă a investițiilor de capital. Această asociere a fost înțeleasă abia în timpul din urmă. Ea a fost analizată cu seriozitate pentru prima oară de Bichowsky în 1947, iar astăzi este recunoscută în toată lumea. ^{6.11} Numai acolo unde se pot face noi investiții este rentabil să se ia în considerare organizarea unor cercetări științifice. Chiar și în acest caz, pînă de curînd, fondurile destinate cercetărilor și dezvoltării științei reprezentau în raport cu noile investiții numai 12% în Marea Britanie și 17% în Statele Unite. ^{7.14} Pe măsură ce monopolurile s-au întărit, ceea ce fusese un proces automat și inconștient a devenit o politică premeditată. Posibilitatea obținerii unor profituri de proporții nemaîntîlnite — pînă la 50% în America, unde majoritatea societăților socotesc că utilajul trebuie să se amortizeze în doi pînă la cinci ani — este o condiție preliminară necesară pentru investiții importante în vederea progresului tehnic și a cercetărilor științifice.

Dirijarea monopolistă a științei este atît de bine camuflată prin propagandă, încît publicul rămîne convins că sumele cheltuite pentru cercetările științifice în industrie sînt destinate în primul rînd științei, fără să-și dea seama că ele sînt canalizate, chiar în domeniul investițiilor civile, spre producerea unor mărfuri cum ar fi aparatele de televiziune și unele medicamente fanteziste, care aduc cele mai mari profituri.

Aceeași goană după profitul maxim a dus în anii din urmă la orientarea vădită a tehnologiei și științei spre scopuri militare. În acest domeniu, profiturile sînt uriașe: publicul plătește fără a pune întrebări stînjenitoare, iar mărfurile produse nu înăbușă piața. Ele pot fi consumate în războaie, iar dacă acest prilej nu se ivește, pot fi eliminate din dotare după cîțiva ani ca material învechit. Cererea de aceste produse este intensificată prin toate mijloacele propagandistice necesare pentru a se întreține febra războiului și a se justifica cheltuielile militare. Una dintre consecințele ei, despre care am mai vorbit înaintea (p. 584 și urm.) și asupra căreia voi mai reveni (p. 899), a fost militarizarea științei, cu toate urmările ei: instituirea secretului militar asupra progreselor științei, verificarea polițienească a cadrelor științifice și vînătoarea de vrăjitoare.

În sectorul capitalist al lumii, știința a intrat — într-un fel sau altul, direct sau prin organe guvernamentale — sub

controlul unui mic număr de mari firme monopoliste. Toate universitățile din Statele Unite se află sub controlul lor ; ^{6.1} reprezentanții monopolurilor fac parte din organele de conducere ale universităților ; firmele monopoliste le alocă fondurile necesare sau le procură subvenții de stat ; ele plasează pe absolvenți ; ele pot crea sau distruge savanți de seamă ; influența lor este covârșitoare în cadrul societăților științifice, care nu-și pot continua existența decât prin subvențiile primite de la aceste firme. Ceea ce împiedică monopolurile să preia fățiș întreaga conducere a universităților este interesul de a menține în ochii unui public bineintenționat aparența unei libertăți academice și a generozității cu care ele le sprijină.

De fapt, chiar de la începutul secolului, politica de subvenționare a cercetărilor științifice a fost, împreună cu filantropia și cu patronajul artelor, unul dintre stâlpii de susținere, anume aleși, ai ascendentului moral pe care trebuia să-l aibă marile dinastii monopoliste Rockefeller, Mellon, Ford și Du Pont. Cheltuind o parte infimă din profiturile obținute în decenii de exploatare, ei au reușit să se erijeze în mari protectori ai cercetărilor științifice dezinteresate. După al doilea război mondial, locul lor a fost preluat de guvern, care a devenit, după cum am mai arătat, principala sursă de subvenții nu numai pentru cercetările științifice universitare, dar și pentru cele din industrie. Acest nou sistem, care funcționează atât în Marea Britanie, cât și în America, se bazează pe contracte pentru cercetări și creații științifice privind aproape exclusiv materialele de război. Sistemul s-a dovedit cât se poate de avantajos pentru firmele monopoliste, deoarece guvernul își asumă toate cheltuielile și toate riscurile, pentru ca, de îndată ce se organizează producția, firmele industriale să culeagă toate profiturile. În 1951 guvernul S.U.A. a suportat 55% din cheltuielile pentru cercetări în domeniul electricității, 58% pentru cercetările legate de producția de utilaj și nu mai puțin de 84% pentru cercetările în domeniul aeronauticii. Toate acestea reprezintă la un loc aproximativ un miliard de dolari, sau aproape jumătate din totalul cheltuielilor pentru cercetări industriale ale țării. ^{7.12} În Marea Britanie, cifrele comparative sînt mai greu de găsit, dar actuala repartizare a cheltuielilor pentru cercetări științifice între cîteva firme mari ale industriilor aeronautică și mecanică dovedește că situația este cam aceeași ca în Statele Unite. ^{8.35.6}

Organizarea cercetărilor

Actuala organizare a cercetărilor din țările capitaliste trebuie considerată prin prisma intensificării activității pe acest tărîm a firmelor industriale și a administrației guvernamen-

tale. Este o organizare cu totul diferită de cea pe care au cunoscut-o academiile în secolul al XVII-lea, deși acestea subzistă și astăzi, sub formă de instituții onorifice. Obiectivele organizării cercetărilor s-au schimbat și au luat proporții uriașe. Preocuparea ei constă în aplicarea științei atât la funcționarea, cât și la dezvoltarea economiei și administrației statelor, al căror principal interes în domeniul tehnicii se concentrează asupra pregătirilor de război. Organizarea științifică de astăzi nu se mărginește la progresul intrinsec al științei, care, de fapt, nici nu constituie preocuparea ei esențială. Totuși, întrucât însăși existența vastei rețele, mult mai costisitoare, de cercetări științifice a ajuns să depindă aproape în întregime de stat și de marea finanță industrială, este inevitabil ca viitorul științei să fie direct și profund influențat de modul în care sînt organizate aceste cercetări.

Către sfîrșitul secolului trecut a dispărut vechea formă a progresului științific, promovat prin activitatea individuală a oamenilor de știință, fie cu situație materială independentă, fie trăind din exercitarea unor profesii libere (p. 500). În schimb, principalele progrese în domeniile fundamentale ale științei s-au concentrat în universități, care, pe lîngă vechea lor funcție de instituții de învățămînt, au dobîndit una nouă : de organizare a cercetărilor științifice. De atunci aceasta este forma aproape generală de organizare a activității științifice, de la care face excepție activitatea unui mic număr de fundații științifice, care tind și ele să se afilieze universităților. La început, dezvoltarea științei a apărut ca un produs auxiliar al învățămîntului general, dar, pe măsură ce importanța ei a crescut, s-a manifestat tendința ca cercetările să prevaleze asupra activității didactice și însuși învățămîntul științific să devină o simplă inițiere în munca de cercetare.

Dar încă de pe acum cercetările pentru care sînt pregătiți studenții se află în afara incintei universităților, în industrie sau în organe de stat. Cea mai mare parte a cercetărilor pur industriale, cu excepția celor din industria electrotehnică, al căror început se situează la sfîrșitul secolului al XIX-lea, datează din al doilea deceniu al secolului nostru. Ritmul în care s-au dezvoltat cercetările industriale a fost însă atât de vertiginos, încît ele au ajuns să ocupe un loc predominant în raport cu cercetările științifice tradiționale.^{7,18} Este probabil că între 1920 și 1950 volumul cercetărilor industriale s-a mărit în lumea capitalistă de aproximativ 50 de ori,^{8,54} iar astăzi cei mai mulți dintre oamenii de știință profesioniști, al căror număr a crescut considerabil, sînt angajați în marea industrie sau în sectoarele industriale ale pregătirilor de război. Inițial, scopul cercetărilor industriale l-a constituit aplicarea rezul-

tatorilor științei în procesul de producție. Cu timpul, instituțiile de cercetări industriale au manifestat tendința de a obține tot mai multe date științifice fundamentale, mai ales în domeniul fizicii și al chimiei, și de a atrage în serviciul lor cercetători capabili din domeniul științelor de bază. Urmarea este că centrul de greutate al științei se deplasează tot mai mult spre sfera industrială, cu numeroase rezultate nefaste, nu numai prin extinderea obligativității secretului descoperirilor științifice, dar și prin înlăturarea oricărei posibilități de orientare generală a cercetărilor de către un corp de savanți competenți și independenți.

Cercetările subvenționate de guvern și cele militare

Cea mai recentă tendință care s-a manifestat în domeniul organizării științifice s-a datorit însă intervenției masive a administrației de stat. Este drept că, încă din secolul al XVII-lea, știința a fost parțial subvenționată din bugetul public, dar fondurile alocate erau destinate aproape integral instituțiilor speciale de astronomie, cartografie sau de standardizare a măsurilor și greutateilor. De fapt, în țările capitaliste a existat până în ultimii câțiva ani o categorică și puternică opoziție față de amestecul statului în activitatea științifică, considerându-se că acest lucru ar fi impietat asupra concurenței în domeniul utilizării științei în vederea profiturilor individuale sau ale monopolurilor.

Dar, după cum am văzut, această opoziție a fost cu totul înlăturată când guvernul și firmele monopoliste și-au descoperit noi interese comune în cercetările științifice cu caracter militar. Pătrunderea influenței statului în domeniul cercetărilor științifice a constituit un proces îndelungat: înainte de sfârșitul primului război mondial, știința — ignorată la început — devenise un auxiliar minor, însă esențial, în elaborarea și utilizarea unor noi invenții ca avionul sau telegrafia fără fir; în al doilea război mondial, știința a avut chiar de la început un rol important, devenind spre sfârșitul războiului un factor precumpănitor nu numai în ce privește făurirea și perfecționarea unor arme noi ca rachetele cu rază mare de acțiune și bomba atomică, ci în însăși coordonarea și conducerea operațiilor militare.^{1.2 : 6.26} În timpul războiului, în Marea Britanie și S. U. A., știința a fost subordonată aproape integral efortului militar (p. 895).

Subvenționarea științei de către stat a continuat să sporească considerabil și după război, urmărindu-se pregătirea unor noi războaie desfășurate cu mijloace cât mai științifice.

Astfel, în Anglia, alocațiile pentru știință aprobate de parlament au crescut de la mai puțin de 5 000 000 de lire sterline în anul 1937 la aproximativ 78 000 000 de lire sterline în 1947 și la 250 000 000 în 1955 ; în Statele Unite, aceste alocații au crescut de la 50 000 000 de dolari în 1940 la peste 600 000 000 în 1945, pentru a ajunge la 2,4 miliarde de dolari în 1955. Sporirea sumelor destinate cercetărilor științifice de stat și industriale nu atrage după sine o creștere corespunzătoare a numărului oamenilor de știință, cu toate că și această creștere a fost destul de mare. Numărul oamenilor de știință specializați din instituțiile științifice de stat din Anglia a crescut de la 743 în 1930 la 5 798 în 1956, reprezentând deci un spor de numai opt ori. Aceasta însă nu atrage după sine un progres calitativ corespunzător al realizărilor științifice, ci mai curînd contrarul. Cea mai mare parte a cheltuielilor este destinată unor instalații și utilaje costisitoare, precum și corpului extrem de numeros al cadrelor auxiliare. Creșterea a fost atît de rapidă, încît a frînat categoric extinderea folosirii științei teoretice sau a științei industriale în scopuri civile. În acest domeniu, în Marea Britanie s-a înregistrat, de fapt, în 1950 un regres vădit. El a fost atît de accentuat, încît a atras un protest chiar și din partea Consiliului departamental pentru cercetări științifice și industriale :

Este inutil să se întreprindă cercetări fundamentale în știință dacă nu li se pot consacra mijloace suficiente care să le asigure un progres susținut, iar propunerile care se fac din cînd în cînd în legătură cu reducerea neînsemnatului efort actual ni se par neîntemeiate. ^{7.6}

Sporirea actuală a alocațiilor pentru cercetări civile nu este suficientă ca să facă față nici măcar creșterii prețurilor.

Tocmai creșterea nevoilor materiale ale științei tinde să transforme subvenția de stat pentru cercetările științifice într-un factor absolut predominant ; or, guvernele țărilor capitaliste acordă această subvenție în primul rînd în scopuri militare. În 1953, în Marea Britanie, 80% din alocațiile bugetare pentru știință au fost destinate cercetărilor militare, în care erau angajate 73% din cadrele științifice ale instituțiilor de stat. În S.U.A., cota corespunzătoare din alocațiile bugetare a fost de 90%. Această influență nu se mărginește la aplicațiile științei ; ea pătrunde în întreaga sferă a cercetărilor. În Statele Unite, Institutul de cercetări navale a destinat, în 1949, aproape 40% din totalul cheltuielilor naționale științei pure. ^{7.20b} Formarea cadrelor de cercetători științifici în special în vederea pregătirilor militare și a unui eventual război a devenit o problemă îngrijorătoare, astfel că statele și-au luat asupra lor, în mare măsură, sarcina finanțării universităților. În Marea Britanie, de pildă, subvențiile acordate de stat universităților sînt de cinci ori mai mari decît la sfîrșitul

războiului, reprezentând în prezent aproximativ 70% din veniturile lor.^{7.9} Cu toate acestea, atât în Marea Britanie, cât și în S.U.A., continuă să se resimtă un deficit cronic de cadre științifice specializate,^{7.13; 7.22; 8.19; 8.30a; 8.31} determinat de îngrădirile pe care societatea împărțită în clase antagoniste le impune învățămîntului.

Efectele concentrării și militarizării științei se resimt și dincolo de centrele de cercetări și de producție din Statele Unite și din Marea Britanie. Cerințele de materii prime ale Statelor Unite sînt pe cale să secătuiască lumea „liberă” ; 13% din petrolul produs în Asia și în America de Sud merg astăzi în Statele Unite, care consumă 58% din întreaga producție mondială de petrol și care amenință, după cum reiese din avertismentul dat în raportul lui Paley, să-și sporească mereu consumul.^{8.162} În același mod, lumea este pe cale de a fi secătuită și de cei mai capabili oameni de știință. Sub pretextul, adeseori acceptat cu bună-credință, de a sprijini activitatea științifică individuală cu perspective promițătoare, cei mai buni oameni de știință, sau cel puțin cei mai buni dintre cei „necompromiși” de comunism sau de un patriotism intransigent, sînt ademeniți în Statele Unite, unde sînt instalați în laboratoare admirabil utilate, fiind lăsați să-și desfășoare cercetările în voie. Acest proces, care a început cu mulți ani în urmă, a atins astăzi proporții care în multe țări pun în primejdie progresul științific. De fapt, aproape jumătate din savanții de seamă ai Statelor Unite sînt de origine străină. Este adevărat că mulți dintre ei s-au refugiat în S.U.A. pentru a scăpa de persecuția nazistă, dar aproape nici unul nu s-a înapoiat în patrie după înfrîngerea lui Hitler. Cîștigul dobîndit astfel de Statele Unite în timp de pace și de război a fost important, dar tot atât de mare a fost pierderea suferită de restul lumii. Acești oameni de știință s-au înstrăinat de problemele propriilor lor țări tocmai într-o vreme în care se simțea mai multă nevoie de influența lor constructivă și de munca lor.

Întregul sistem de concentrare a activității științifice în laboratoare, care, deși cu numele se află sub controlul universităților, sînt în realitate aservite monopolurilor sau guvernului și se orientează spre cercetări considerate ca avînd importanță militară, reprezintă o mare primejdie pentru știință. Deși în momentul de față măsurile severe legate de securitate și de verificarea lealității par să fie slăbite, atmosfera generală este încă de așa natură, încît nu numai oamenii de știință formați, dar și cei în curs de formare sînt îndemnați să nu se preocupe de implicațiile sociale ale muncii lor. Cînd însă, dîndu-și seama de responsabilitatea lor, toți oamenii de știință din S.U.A. vor începe să-și afirme opiniile cu tăria la care le dă

dreptul importanța serviciilor aduse țării, ne putem aștepta la mari schimbări.

Marea bogăție și considerabila productivitate a Statelor Unite în raport cu cele ale altor state, precum și concentrarea eforturilor științifice în această țară, au determinat o descreștere corespunzătoare a nivelului de dezvoltare în centrele științifice naționale din restul lumii „libere”. În prezent, cercetările importante care se efectuează în aproape toate domeniile, și în special în fizică, nu sînt posibile decît în laboratoare extrem de costisitor înzestrate. Asemenea laboratoare se pot găsi în Statele Unite, dar apariția vreunuia în altă țară occidentală este un eveniment din ce în ce mai rar. Actualmente, în lumea capitalistă, numai Marea Britanie și, în oarecare măsură, Suedia pot pretinde că dispun de independență deplină în cercetările științifice fundamentale, dar în multe domenii această independență este destul de îndoielnică. În marea lor majoritate, guvernele celorlalte țări au de luptat cu dificultăți financiare cronice atît de mari, datorite în special cheltuielilor militare și restricțiilor comerciale, încît orice activitate științifică este, de fapt, paralizată. Oricît de valoroasă ar fi munca individuală a oamenilor de știință din aceste țări, acolo nu se mai poate desfășura o activitate științifică organizată la un nivel modern, și de aceea ele tind tot mai mult să se situeze în orbita Statelor Unite.

În ultimii cinci ani, dezvoltarea științei în lumea capitalistă a fost impresionantă, dar ea s-a realizat cu prețul unor denaturări extrem de grave aduse obiectivelor și metodelor ei. Aceasta a alarmat pe oamenii de știință conștienți, chiar neradicali, de pe ambele țărmuri ale Atlanticului.¹⁻⁴⁹ S-ar părea că există unele speranțe ca astăzi, într-o atmosferă politică mai puțin încordată, glasurile lor să se facă auzite.

Știința în țările slab dezvoltate

Critica actualei tendințe de concentrare a activității științifice în anumite centre și de abandonare a ei în afara acestora se referă cu și mai multă acuitate la cazul țărilor slab dezvoltate. Unele dintre ele, în special India, cu o veche tradiție științifică, rezistă totuși acestei tendințe și, pe măsură ce dobîndesc independență economică și își construiesc o industrie grea, își dezvoltă învățămîntul științific și tehnic, precum și cercetările științifice. În majoritatea țărilor foste coloniale, știința este încă în fașă, dar necesitatea ei este puternic resimțită în rîndurile maselor populare. În aceste regiuni, vechile puteri imperialiste — Marea Britanie și Franța, ca să nu mai vorbim de Portugalia — s-au dovedit cu totul incapabile să folosească știința, fie chiar și la nivelul necesar pentru exploatarea re-

surselor naturale. Așa se face că președintele Truman a fost nevoit să adauge la mesajul său prezidențial din ianuarie 1949 un al patrulea punct, ^{7.4a} prevăzînd acordarea de ajutor tehnic și științific american țărilor respective. Acest ajutor n-a fost însă prea substanțial, ridicîndu-se în 1956 abia la 14% din ajutorul militar acordat acestor țări. Un progres apreciabil nu poate fi realizat într-o țară decît prin încordarea energiei întregului popor în vederea construirii unei industrii grele și valorificării resurselor naturale, ca petrolul și zăcămintele minerale, în propriul său interes. Dar, asemenea investiții nu-i interesează pe capitaliștii străini. Ei preferă să se ocupe exclusiv de exploatarea resurselor naturale pentru profitul lor, biziindu-se pe monopolul cunoștințelor tehnice și, ca rezervă, pe o forță superioară.

Nu aceasta este calea pe care s-ar putea restabili vreodată echilibrul economic dintre Statele Unite și Marea Britanie, pe de o parte, și țările foste coloniale și cele slab dezvoltate, pe de alta. De fapt, realizarea politicii de ajutorare economică limitată a țărilor slab dezvoltate a dus de la război încoace la o și mai mare diferențiere a nivelului de trai. ^{7.24-5} Aceasta nu înseamnă că n-ar fi nevoie de ajutor străin ; dar, pentru ca acest ajutor să contribuie efectiv la construcția economică din țările care îl primesc și nu la exploatarea lor, el nu trebuie să fie însoțit de dominația economică sau politică. Acestea sînt împrejurările în care astăzi acordă ajutor Uniunea Sovietică, îndeosebi pentru montarea de uzine siderurgice, pentru prospecțiuni și foraje petroliere și pentru înființarea de școli tehnice. Fie și numai din motive de autoconservare, țările capitaliste ar putea să procedeze la fel și să se angajeze într-o întrecere cu Uniunea Sovietică în ce privește ajutorul acordat, cu toate că cele întîmplute în legătură cu barajul de la Assuan nu par a fi de bun augur pentru țările capitaliste.

Evenimentele din ultimii ani ar fi suficiente pentru a dovedi tuturor, în afară de cei care au interes să nu vadă, că sistemul colonial, în forma lui veche sau nouă, este în orice caz sortit pieirii. Nimic nu mai poate stăvili mișcarea impetuoasă a popoarelor lumii spre însușirea tehnologiei și a științei moderne și spre folosirea în propriul lor interes a bogățiilor rezultate. Aceasta va duce la un câștig net pentru întreaga lume, conștînd într-o sporire uriașă a resurselor naturale și umane. Îndeosebi activitatea științifică se va intensifica considerabil.

Această perspectivă însă nu trebuie să sperie popoarele sau oamenii de știință din vechile țări industriale. Poziția lor privilegiată într-o lume atît de măcinată de mizerie constituie pentru ele un blestem și nu un avantaj. Căci tocmai menținerea acestei poziții reprezintă justificarea sau, cel puțin, motivul invocat pentru covîrșitoarele poveri militare, care apasă deose-

bit de greu asupra științei. Se pretinde că ele ar fi necesare pentru stăvilirea comunismului, a cărui răspîndire ar amenința civilizația. În realitate însă, de îndată ce vor fi desființate barierele comerciale artificiale dintre țările sistemului socialist și ale celui capitalist, industrializarea rapidă a țărilor slab dezvoltate va asigura o cerere destul de mare pentru ca întreprinderile producătoare de mărfuri din vechile țări industriale să poată lucra cu întreaga lor capacitate de producție. Iar cînd, după o generație, industriile din noile țări vor fi ajuns la un nivel asemănător, nivelul de trai al popoarelor din aceste țări va fi atît de ridicat, încît ele vor constitui o piață de desfacere nelimitată pentru bunurile de consum. Ajutorul dat țărilor slab dezvoltate nu reprezintă un sacrificiu din partea vechilor state imperialiste — deși numai Dumnezeu știe cît de îndatorate sînt ele față de popoarele pe care le-au exploatat veacuri de-a rîndul —, ci este o chestiune elementară de interes propriu.

Știința în sectorul socialist

Contrastul dintre țările socialiste și cele aflate sub dominația capitalismului monopolist este izbitor. Principiul fundamental al dezvoltării economice, deci și al aplicării științei, este bunăstarea generală și nu profitul maxim. Modul în care se realizează acest principiu a mai fost arătat (p. 844 și urm.), dar efectele acestei transformări asupra științei însăși și asupra legăturii dintre știință și viața oamenilor nu au fost subliniate în suficientă măsură. Aplicarea științei în planurile de perspectivă pentru dezvoltarea industriei și agriculturii impune formarea de cadre de oameni de știință bine pregătiți într-o proporție considerabil sporită, deci și o ridicare corespunzătoare a nivelului învățămîntului științific (p. 852). Dat fiind interesul practic pentru construcții, agricultură, transformarea naturii, descoperirea și folosirea resurselor naturale, îmbunătățirea sănătății poporului, s-a creat o mult mai justă repartitie a eforturilor între științe, în special prin importanța deosebită acordată geologiei, biologiei și medicinei.^{6,55} Unul dintre noile aspecte semnificative este participarea femeilor la activitatea științifică. În locul proporției de o femeie la șase bărbați, care este o regulă în activitatea științifică din Marea Britanie, în R. P. Chineză, țările de democrație populară, ca și în Uniunea Sovietică, femeile și bărbații angajați în munca științifică sînt în număr egal, iar în unele domenii, cum este medicina, numărul femeilor este mai mare decît cel al bărbaților. Aceasta înseamnă, dintr-o dată, dublarea rezervei intelectuale din care se recrutează oameni de știință.^{6,6}

Toate acestea, împreună cu accentul pus de știință în învățămîntul elementar, duc la o extraordinară creștere a prestigiului și importanței științei în ochii maselor populare. Pentru a ne da seama de acest lucru, este de ajuns să comparăm spațiul acordat problemelor științifice în ziarele și revistele din Uniunea Sovietică și R. P. Chineză cu cel acordat în ziarele din Marea Britanie și America.

Această tendință duce la o schimbare radicală a locului ocupat de știință în societate, făcînd-o accesibilă întregului popor și nu numai unei *elite*, alcătuite din membrii și aleșii unei anumite clase, care a monopolizat-o de la începuturile civilizației. O asemenea transformare trebuie să adauge o uriașă forță țărilor în care ea are loc. În întrecerea efectivă care există acum între cele două sisteme economice mondiale, acest fapt aruncă în balanță noi resurse umane, care, cu ajutorul științei, pot accelera considerabil valorificarea bogățiilor naturale. Acest proces a și ajuns destul de departe pentru ca în 1956 Uniunea Sovietică să formeze de două ori mai multe cadre științifice și de tehnicieni decît Statele Unite.

O dată începută efectiv întrecerea în domeniul folosirii integrale și nu numai a unei mici părți a resurselor intelectuale ale omenirii, ea nu va mai putea fi oprită pînă ce oamenii din întreaga lume și nu numai cei aparținînd unei anumite clase sau unei anumite țări nu vor dobîndi posibilitatea ca, prin învățătură și crearea condițiilor corespunzătoare de muncă, să contribuie cu toate cunoștințele și capacitățile lor la bunăstarea generală.

Organizarea științei în lumea socialistă

În țările socialiste, începînd cu Uniunea Sovietică, organizarea științei a urmat o cale cu totul diferită de cea din lumea capitalistă. Deși cercetările științifice militare continuă, și încă cu succes, după cum o dovedește realizarea bombei atomice și a bombei cu hidrogen, ele nu au nici în mod absolut și nici relativ preponderența pe care au dobîndit-o în țările capitaliste.

Se acordă preponderență aplicării științei în economia națională. Problema asigurării celei mai largi participări a științei la producția industrială și agricolă, o dată cu aceea a dezvoltării științei în sine, a fost rezolvată nu prin măsuri guvernamentale directe, ci prin extinderea considerabilă a instituțiilor științifice mai vechi, și în primul rînd a academiilor. Academia de Științe a U.R.S.S., împreună cu noile academii din fiecare republică în parte, reprezintă de fapt idealul academici de la începutul secolului al XVII-lea, ca Accademia dei Lincei, Societatea Regală din Anglia și Academia Regală de

Științe din Franța, înfăptuit la nivelul și în proporțiile corespunzătoare secolului al XX-lea. Academia de Științe Rusă s-a transformat dintr-o societate onorifică, ceea ce era în secolul al XIX-lea, într-o instituție avînd sarcina de a organiza și a conduce vaste institute de cercetări în fiecare domeniu al științei, institute care au ajuns astăzi să folosească mii și mii de cercetători. Pe lângă aceasta, Academia răspunde, prin propriile ei institute și prin îndrumarea pe care o dă cercetărilor științifice din universități, de planificarea generală a activității științifice, în concordanță cu ansamblul planurilor economice.

Prin acest sistem de organizare, conducerea activității științifice este încredințată savanților, singurii care au cu adevărat competența necesară ; în același timp, oamenilor de știință li se asigură mijloacele și cunoștințele necesare pentru dezvoltarea științei în direcțiile cele mai promițătoare. Contrar celor ce se afirmă deseori, în Uniunea Sovietică nu se întocmește un plan al activității științifice pentru oamenii de știință, ci de către oamenii de știință. Firește că ei țin seama de planurile economice generale și le cunosc în amănunt, deoarece au fost consultați la întocmirea lor. Acestea nu influențează însă decît liniile mari ale orientării planurilor științifice. Oamenii de știință îmbrățișează perspective mult mai îndepărtate și tocmai aceasta se așteaptă de la ei. Marile planuri de construcții în văile fluviilor din sud-estul Uniunii Sovietice, anunțate în 1950 și care urmau să fie îndeplinite în șapte ani, au fost studiate și discutate în prealabil de către oamenii de știință timp de 20 de ani. Planurile anuale și cincinale ale Academiei de Științe au fost orientate mai ales în direcția ramurilor științifice în plină dezvoltare, care oferă deseori și cele mai rodnice perspective de aplicații tehnice. 6.55; 6.57; 6.65 În țările socialiste se înfăptuiește o transformare pe care oamenii de știință din lumea capitalistă o pot înțelege cu greu. Pentru deplina ei înțelegere sînt necesare cunoștințe și interes nu numai față de știința acestor țări, dar și față de istoria, economia și filozofia lor.

Importanța acordată autonomiei în conducerea activității științifice, care apelează la stat pentru sprijinul material și răspunde chemării acestuia prin contribuția dată la rezolvarea problemelor concrete, reprezintă tipul comun de organizare a activității științifice, adoptată în noile democrații populare și în Republica Populară Chineză. Acest sistem s-a dovedit suplu și a eliberat un bogat izvor de capacități creatoare și de entuziasm, reamintind marele efort pentru utilizarea științei în interesul național, întreprins pentru prima oară de revoluția franceză (p. 380 și urm.). El conferă oamenilor de știință

o autoritate mai mare, dar și le impune responsabilități mai mari.

Pentru cercetătorul științific din Occident este greu de înțeles ce se întâmplă astăzi în Europa răsăriteană și în China. Nu pentru că îi sînt străine condițiile în sine care s-au creat în aceste țări, ci pentru că este vorba despre realizările unor popoare care urmăresc un țel, un țel al tuturor, deci și al oamenilor de știință. Atunci cînd există un țel comun, se schimbă și reacțiile individuale. Retragerea într-un turn de fildeș înseamnă adeseori în știință doar o încercare de evadare dintr-o lume în care viața nu are nici sens, nici scop, o lume în care nu se întrevide decît distrugere. Un țel social constructiv aduce cu sine recompense și satisfacții sufletești pe care noi, cei care trăim în condițiile unei civilizații egoiste, spre nefericirea noastră le-am pierdut.

14. 6. Progresul științei

Cu aceasta se încheie descrierea sumară a poziției și organizării științei în lumea de azi. Pe acest fond se vor grefa discuțiile ce urmează asupra principiilor generale referitoare la problemele interne ale științei și la locul ei în societate. Aceste probleme, care au fost ridicate chiar de la începutul acestei cărți, se rezumă în esență la următoarele două. Cum poate fi încurajată știința pentru a înflori și a se dezvolta? Cum pot fi folosite cuceririle științei, în scopul cel mai bun, spre binele omenirii? Pentru a găsi răspunsurile la aceste probleme, care nu sînt de natură teoretică, ci practică, am întreprins întregul studiu privitor la locul științei în societate, care-și găsește justificare doar în măsura în care contribuie la găsirea acestor răspunsuri. Cheia problemei este cuprinsă în însăși istoria științei, pentru cine știe s-o înțeleagă.

Pentru a răspunde la prima problemă, trebuie să stabilim care au fost cele mai potrivite condiții, interne și externe, care au favorizat în trecut progresul științei și să apreciem noile cerințe ale prezentului și pe cele ale viitorului. Răspunsul la a doua întrebare, care depinde de primul, este dat la sfîrșitul acestui capitol (p. 925). Unele dintre condițiile externe care au determinat în trecut înflorirea științei au fost analizate mai înainte (p. 870 și urm.). În esență, asemenea condiții se creează numai în perioadele de progres social și economic, cînd știința dobîndește importanță socială, obține mijloace materiale și este neconținut stimulată spre noi inițiative, prin problemele pe care i le ridică domeniul economic și cel social.

După cum am văzut, aceste probleme au fost legate îndeosebi de interesele clasei dominante din epoca respectivă, fiind

sau probleme reale, ca navigația, sau probleme imaginare, ca astrologia. Posibilitățile de muncă și respectul de care s-au bucurat în fiecare epocă cei ce se îndeletniceau cu știința ne arată măsura în care ei slujeau aceste interese. Ele sînt maxime în perioadele de progres activ, deoarece atunci oamenii care se îndeletnicesc cu știința păstrează un contact strîns cu principalele preocupări economice; ei provin adesea chiar din sînul clasei dominante sau sînt introduși în rîndurile ei, datorită capacității lor. Am întîlnit în aceste pagini multe exemple de acest fel: Arhimede, Grosseteste, Leonardo da Vinci, Galilei, Boyle, Davy, Pasteur și Kelvin.

Dar pentru un progres ferm al științei este de asemenea esențial ca aceste interese să fie astfel orientate, încît omul de știință să intre în strînsă legătură cu activitatea constructivă practică. Astfel, relativa sterilitate a științelor naturii în răs-timpul dintre epoca lui Pericle și cea a lui Alexandru arată cum se pot irosi capacitățile unor oameni dotați atunci cînd pierd orice contact cu producția, în urma precumpănirii intereselor politice într-o societate sclavagistă în declin organizată în mici orașe-sate. Reînvierea științei experimentale în epoca lui Alexandru dovedește, prin contrast, efectul imediat al contactului cu nevoile practice ale unei economii pe scară mare și, în perioada respectivă, în expansiune.

Proporțiile sprijinului acordat științei

Prima condiție pe care trebuie s-o îndeplinească sprijinirea materială a științei este ca ea să corespundă necesităților. Progresul științei a fost împiedicat în repetate rînduri de lipsa materialelor corespunzătoare, uneori, ce e drept, pentru că nu se puteau găsi, cum a fost cauciucul înainte de descoperirea Americii, de cele mai multe ori însă pentru că oamenii de știință nu aveau mijloace ca să și le procure. De-a lungul celei mai mari părți din istoria ei, știința a resimțit lipsuri foarte grele. Oamenii de știință au fost nevoiți să-și caute alte mijloace de trai — John Dalton, de pildă, a trebuit să învețe copii să citească — și le-a fost destul de greu să-și procure instrumentele de lucru necesare. Chiar și astăzi, cînd știința este subvenționată de stat și industrie, oamenii de știință sînt adeseori stînjeniți de lipsa de utilaj. Ținînd seama de rolul covîrșitor pe care-l joacă în civilizația noastră actuală cu abundența ei de automobile și aparate de televiziune aparatura pur științifică, pare paradoxal că tocmai oamenii care au creat aceste lucruri sînt adesea prea săraci pentru a le întrebuința, chiar în scopuri care ar duce la perfecționarea acestor aparate. Munca științifică este neîncetat stînjenită de lipsa celor mai

elementare condiții, cum ar fi mijloacele de comunicare și transportul.

Oricît de mari ni s-ar părea cerințele științei actuale în comparație cu sărăcia ei de mai înainte, ele sînt totuși mici față de capitalurile care pot fi investite (p. 896). Acolo unde nevoile științei pot fi satisfăcute și unde știința este strîns legată de industrie și agricultură, care o stimulează prin problemele pe care le ridică, condițiile externe necesare pentru progresul ei rapid pot fi cu ușurință realizate.

Condiții interne ale progresului științific : limbajul și comunicarea

Satisfacerea nevoilor externe ale științei ar trebui să dea oamenilor de știință posibilitatea de a stabili ei înșiși condițiile interne necesare pentru progresul ei ușor și rapid. Problema constă în a avea grijă ca fiecare cercetător științific să aibă condițiile, posibilitățile și stimulentele necesare pentru a da un randament maxim. Munca științifică are un caracter social : ea are nevoie de sentimentul unui țel comun în cadrul fiecărui domeniu de cercetare. În afară de aceasta, ea mai necesită existența stimulării reciproce dintre diferitele ei domenii, ceea ce implică un bun sistem de comunicare și exclude o specializare prea îngustă.

Latura tehnică a acestor cerințe poate fi ușor satisfăcută, deoarece este puțin influențată de factorii externi de ordin economic și politic. Știința trebuie să-și creeze o serie de limbaje proprii, inclusiv cel matematic, care este limbajul general al științei. Ea are nevoie de logică și de capacitatea de a formula moduri noi de înțelegere a lucrurilor noi. Oricare ar fi geneza ideilor științifice, ele nu se pot răspîndi sau statornici pînă ce nu-și formează un limbaj corespunzător. Acest limbaj poate fi geometric sau matematic, adică simbolic, sau poate fi limbajul obișnuit întrebuițat într-un sens anumit, respectiv un jargon științific special. În ambele cazuri, scopul limbajului este de a fixa o serie de relații, care să aibă același sens pentru toți specialiștii.

Dificultatea constă în faptul că, din cauza progresului științei și al specializării ei, proporția de specialiști capabili să înțeleagă un anumit complex de simboluri sau un anumit jargon științific se reduce din ce în ce mai mult. Există primejdia ca jargonul științific să acționeze în realitate ca o frînă și nu ca un stimulent al progresului științei, mai ales atunci cînd este întrebuițat pentru a lăsa să se creadă că adepții lui posedă cunoștințe deosebite. De fapt, progresul științei a fost în

mare măsură realizat prin simplificarea sau înlăturarea unor astfel de limbaje specializate și înlocuirea lor cu un limbaj comun (p. 13).

Un serviciu rațional de informare

Mult mai mari decît greutățile lăuntrice de comunicare între oamenii de știință din diferite discipline sînt cele datorate marelui număr de limbi și barierelor naționale care împart astăzi lumea științifică. Aceste greutăți au crescut imens și au fost agravate și mai mult de însăși dezvoltarea științei. În momentul de față, buletinele științifice importante se publică în cel puțin zece limbi principale și se tipăresc peste 100 000 de publicații științifice fără să existe aproape nici o coordonare a lor. Mai există apoi nenumărate greutăți legate de restricțiile valutare și de securitate. În multe domenii s-a ajuns, de fapt, la o situație în care este mai ușor să se descopere ceva nou sau să se formuleze o teorie nouă decît să se verifice dacă acestea nu fuseseră descoperite sau deduse anterior. S-ar părea că unitatea științei se poate prăbuși sub povara științei însăși.

Faptul acesta nu este inevitabil ; oricît de mare ar fi numărul datelor și oricît de repede s-ar acumula, ele pot fi sistematizate și, din cînd în cînd, se pot face extrase conținînd cele mai semnificative informații generale, indicîndu-se totodată unde pot fi găsite articolele de specialitate. Pentru aceasta însă trebuie să existe bunăvoință și mijloacele necesare. Este nevoie de ceva mai mult decît nenumăratele congrese, societăți și publicații pe care au încercat să le finanțeze și să le sistematizeze organizații cum sînt Consiliul internațional al asociațiilor științifice și UNESCO. Trebuie să se ajungă la înțelegerea faptului — și cu cît mai repede cu atît mai bine — că este necesar ca oamenii de știință să fie dispuși, în propriul lor interes, să-și consacre o parte din timp sistematizării și difuzării informațiilor, precum și că trebuie să li se dea posibilitatea de a o face printr-un sprijin financiar, care să reprezinte pînă la 20% din costul total al cercetărilor. Astăzi, exceptînd domeniul tehnicii, unde finanțarea nu constituie o problemă, nu mai este valabilă părerea că un serviciu de informare se poate autosubvenționa. Numai guvernele statelor își pot îngădui să întretină vaste servicii de informare științifică, însă acestea se vor dovedi a fi cele mai economice, deoarece se înlătură repetarea unor operații comune ca abonarea la publicații, prelucrarea mecanică și traducerea textelor (p. 601). Aceasta este concluzia certă la care a ajuns serviciul de informare care este, probabil, cel mai vast din lume, acela al Academiei de Științe a Uniunii Sovietice. În momentul de față, cînd relațiile științifice internaționale sînt reluate într-o atmosferă mai bună decît

a existat vreodată de la război încoace, s-ar putea trece la desăvârșirea acțiunii inițiate de Societatea Regală la Congresul pentru informarea științifică din 1948, care a reprezentat o încercare serioasă de a înzestra știința cu un cuprinzător serviciu de informare științifică ținut la zi.

Folosirea inteligenței

Oricât de bine s-ar rezolva problemele tehnice ale comunicațiilor în știință, condiția internă fundamentală pentru înflorirea științei rămâne totuși factorul uman. Știința este, în definitiv, opera a numeroși oameni cu diferite capacități intelectuale, căci realizările celor mai strălucite minți științifice n-ar fi fost niciodată obținute fără munca perseverentă și minuțioasă a sute de alți oameni, care n-aveau nevoie de prea multă imaginație sau de o mare capacitate de sinteză.

Specia umană nu poate fi amenințată de un deficit real de capacități intelectuale. Ceea ce s-a realizat pînă acum în știință și cultură reprezintă opera unui număr redus de oameni, proveniți din clasa socială dominantă, puțin numeroasă, a câtorva orașe și națiuni. Făcîndu-se apel la bărbații și la femeile tuturor claselor sociale și ale tuturor popoarelor, ritmul progresului științific va putea fi considerabil accelerat. Pentru aceasta însă se cere o atitudine cu totul nouă față de învățămîntul public ; după exemplul Uniunii Sovietice, învățămîntul secundar și, cît de curînd, chiar învățămîntul tehnic superior sau cel universitar trebuie făcute accesibile tuturor. Învățămîntul trebuie să se bazeze pe știință, în sensul ei cel mai larg, pe științele sociale, ca și pe științele naturii. În felul acesta se vor crea rezervele din care se vor recruta cercetătorii științifici ce vor clădi știința viitoare și lucrătorii din alte domenii de activitate, care vor cunoaște destul de bine însemnătatea științei pentru a colabora activ cu oamenii de știință.

Știința nu va lîncezi niciodată din lipsă de capacități intelectuale ; acolo unde va lîncezi, va fi din lipsa unei organizări sociale care să folosească aceste capacități. Toți oamenii talentați, capabili și harnici trebuie să aibă posibilitatea de a lucra în domeniul științei, trebuie să li se asigure condițiile ca să poată da cele mai bune rezultate. E necesar ca ei să aibă un țel, să fie conștienți că lucrează pentru un scop în care cred. În marile perioade de progres, oamenii de știință au fost însuflețiți de credința că lucrează pentru binele societății. Această însuflețire este pe cale de a dispărea în cadrul unei culturi care are drept țeluri profitul particular și războiul, mai ales astăzi cînd aceste țeluri și-au pierdut orice justificare pe care au putut-o avea odată.

Oamenii, oricât de inspirați ar fi, nu realizează singuri cele mai bune opere ale lor. Realizările științifice majore au fost obținute după ce într-un anumit domeniu științific mai mulți oameni colaboraseră activ o anumită perioadă. O asemenea colaborare, prin sugestii reciproce și emulație, sporește considerabil posibilitățile de a se ajunge la descoperiri valoroase. Tot atât de importantă a fost și influența reciprocă a diferitelor științe. Aceasta s-a petrecut în special prin introducerea, într-un domeniu științific, a ideilor provenite dintr-un alt domeniu, uneori direct, alteori prin analogie. Valoarea incontestabilă a concluziilor bazate pe analogie pentru teoriile științifice subliniază și mai mult unitatea științei și relațiile reciproce dintre diferitele științe, inveterând totodată sterilitatea pe care o aduce specializarea excesivă. Majoritatea progreselor fundamentale realizate în anumite științe s-au datorit, de fapt, unor persoane care aveau relativ puțină experiență în domeniul respectiv. În chimie, revoluția din secolul al XVIII-lea a fost înfăptuită de Priestley, care nu era chimist (p. 376); este de asemenea interesant de constatat că multe dintre marile progrese ale medicinei se datorează unor oameni ca Pasteur (p. 474 și urm.), care nu aparțineau acestei profesii, în timp ce alte științe au câștigat imens prin lucrările efectuate în timpul liber de medici ca Joseph Black (p. 419). De obicei, analogiile pe baza cărora apare o nouă teorie științifică provin dintr-o știință cu caracter mai elementar decât aceea căreia i se aplică, așa cum s-a întâmplat cu teoria atomistă a lui Dalton, care se trage direct din considerarea teoriei mișcării particulelor, formulată de Newton.

Frontul incomparabil mai larg pe care progresează astăzi știința impune un sistem de comunicare mult mai bine organizat decât tot ce ar putea realiza inițiativa particulară. Din cauza haosului care domnește în domeniul publicațiilor și al legăturilor științifice, în multe domenii s-a ajuns, de fapt, la o situație în care este mai ușor să se facă o nouă descoperire sau să se formuleze o nouă teorie decât să se verifice dacă ele existau anterior. Firește, aceasta nu împiedică exercitarea ingeniozității științifice, însă o reduce la inutilitate socială. Într-adevăr, chiar dacă în sine cercetarea științifică oferă cercetătorului satisfacții lăuntrice care sînt independente de noutatea sau chiar de valabilitatea descoperirii, viața omului de știință nu poate fi, totuși, completă fără convingerea că munca lui are o valoare, dacă nu pentru societate, cel puțin pentru lumea științifică. Această convingere nu poate fi dobîndită decât dacă lumea științifică formează o unitate bazată pe colaborare. Ea trebuie să fie o lume deschisă tuturor și nu în-

grădită, ca în prezent, de barierele „măsurilor de securitate” și accesibilă numai unui personal „verificat”. Ea nu trebuie să îngăduie „cortina de fier” sau domenii de cercetare „secrete” *.

14. 7. Contemplare și acțiune

Locul filozofiei în știință

În cele discutate pînă aici ne-am ocupat de știință ca de o entitate autonomă și independentă, dar care poate suferi influența împrejurărilor exterioare. Din capitolele precedente apare limpede că aceasta ne dă doar o imagine incompletă și deci înșelătoare. Știința nu poate fi considerată independent de societatea din care face parte integrantă, decît în scopuri speculative. În trecut, ca și în prezent, influența societății asupra științei nu s-a exercitat numai din afară, ci a acționat profund și direct asupra structurii ei lăuntrice și a activității ei. Probleme ca locul filozofiei în știință, echilibrul dintre libertate și organizare și responsabilitatea morală a omului de știință sînt legate toate de dificultățile și conflictele interne ale științei, provocate de acțiunea conștientă sau inconștientă a forțelor sociale.

După cum am văzut (p. 118 și urm.), la începuturile științei și filozofiei între ele nu se făceau distincții. Grecii, care au introdus ambii termeni, socoteau că amîndouă slujesc acelorași obiective. Ele cuprindeau cunoașterea abstractă a istoriei, structurii și funcționării universului, cunoaștere ce urma să fie dobîndită prin mijloace naturale sau supranaturale și păstrată cu sfințenie dintr-un interes pur teoretic. Aceasta este în fond o atitudine magică față de știință, o atitudine care se menține pînă în zilele noastre. Iar cei care realizează profituri de pe urma științei găsesc în această atitudine o justificare, deoarece le oferă posibilitatea să ostracizeze ca josnică și materialistă ideea că știința trebuie folosită în vederea obținerii bunăstării omenirii.

La început, atitudinea față de știință era mai mult contemplativă decît activă, corespunzînd, după cum am arătat, cu deținerea monopolului cunoașterii de către anumite *elite*, lipsite de griji și experiența muncii manuale și formate mai întîi din oameni cu funcții administrative, apoi din cetățeni privilegiați, iar mai tîrziu din clerici. Interesați să mențină un statu-quo social, ei au preferat să considere cunoașterea ca o perfecțiune statică, ce se poate dobîndi prin aplicarea rațiunii la datele observației directe sau este întemeiată pe revelația

divină. Orice încercare de a schimba societatea era nu numai zadarnică și inutilă, ci de-a dreptul eretică.

Această atitudine nu mai putea dăinui în fața transformărilor economice și tehnice care au însoțit dezvoltarea civilizației și toate prefacerile care au urmat. Cunoașterea trebuia să se îmbogățească cu tot mai multe elemente și să capete o tot mai mare capacitate de coordonare a elementelor cunoscute. Atitudinea contemplativă în știință a fost înlocuită cu o atitudine activă. Încă din timpul Renașterii s-a înțeles că știința nu este statică și că esența ei constă în dobândirea de cunoștințe noi și nu în susținerea celor vechi. Totuși, pînă în ziua de azi, se mai admite tacit că acesta ar fi un proces excepțional și că știința ar urmări descoperirea unui adevăr imuabil despre univers, a cărui contemplare ar constitui scopul final al științei.

Tocmai această atitudine a făcut să se mențină, cît s-a putut mai mult, toate vechile concepții filozofice și teologice (p. 836), astăzi lipsite de sens. Influența ei asupra științei este la fel de primejdioasă, dar mult mai iscusit camuflată, deoarece, în prezentarea științei, baza ei filozofică este acceptată ca firească și nu este nicăieri analizată sau formulată amănunțit: ea ocupă un loc cu totul neînsemnat în literatura științifică. O publicație științifică este considerată bună dacă observațiile și experiențele, raționamentele și concluziile sînt expuse limpede de la început pînă la sfîrșit. Este drept că nici nu-i nevoie de mai mult pentru transmiterea directă a cunoașterii științifice, iar aceasta permite ca lucrarea să poată fi reprodusă și folosită pentru noi studii. Perspectivile științei sînt însă mult mai vaste. Ceea ce nu se menționează în publicațiile științifice și poate avea o mare importanță pentru viitorul științei sînt motivele pentru care s-a întreprins cercetarea, precum și succesiunea reală — nu una raționalizată — a ideilor, prin care s-a ajuns la concluziile date. Aceste două elemente sînt omise pentru că primul nu pare a prezenta importanță, iar al doilea este prea greu de expus sau, poate, prea banal. Aceasta nu înseamnă, desigur, că ideile filozofice nu pătrund în literatura științifică, ci că ele se transmit în mod inconștient prin tradiție, menținînd în știință vechi atitudini și prejudecăți, totdeauna ferm orientate în sprijinul intereselor claselor dominante.

Omiterea din știință a unei filozofii explicite n-a fost în-
tîmplătoare; ea are o temeinică justificare istorică, care însă nu mai este valabilă astăzi. Filozofia anticilor, ca și cea a scolasticilor, era adaptată concepțiilor religioase și politice ale vremii și nu dominării materiale a naturii. Ea a fost o frînă și nu un ajutor pentru știință. Însă oamenii de știință de odinioară nu puteau ataca filozofia în mod direct, întrucît întîm-

pină destule greutăți pînă reușeau să-și efectueze nestingheriți experiențele științifice. Pentru ei era preferabil să nu se ocupe de filozofie. Pe de altă parte, cel mai mare avînt științific a avut loc în Marea Britanie și în Olanda, într-o perioadă de mari frământări religioase și politice, cînd ocolirea problemelor filozofice era un act de elementară inteligență. Astfel s-a creat tradiția, adînc înrădăcinată în știința britanică și, prin ea, în știința multor altor țări din lume, mai ales în aceea din S.U.A., că filozofia ca atare n-are ce căuta în problemele științifice, sau, după cum spune Newton în motoul său, *Nullius in verba*. Se consideră că știința trebuie să se bazeze pe bun-simț și pe o viziune practică (p. 304 și urm.).

Astăzi începem să ne dăm seama că, deși o disciplină științifică nu se poate menține și nu poate progresa fără a avea la bază o tradiție, această omisiune face ca tradiția să fie acceptată fără critică și neanalizată. Tot ceea ce se obține prin ignorarea filozofiei este păstrarea implicită a unei filozofii greșite, desuete și neraționale. ^{2.16} O altă consecință este că lipsa de pregătire, de mijloace și de timp pentru a reflecta asupra bazelor științei va frîna progresul științei și o va menține pe căi învechite pînă ce condițiile vor deveni atît de necorespunzătoare încît va trebui să-și croiască drumuri noi prin descoperiri făcute întîmplător, în loc să aibă posibilitatea de a ajunge la ele pe calea gîndirii raționale.

S-ar putea crede că aceste considerații nu țin seama de numeroasele lucrări privitoare la filozofia și metoda științei apărute în ultimii 300 de ani, de la Locke și Hume la John Stuart Mill, Pearson și Eddington. Aceste lucrări sînt, desigur, contribuții la filozofie, dar ele se ocupă numai de domenii foarte limitate ale științei, în special de fizica matematică, și nu constituie cîtuși de puțin o filozofie a științei, considerată ca o unitate vie. Foarte puțini oameni de știință activi le citesc; ele sînt rareori citate și ar fi greu să găsim un singur exemplu din care să reiasă că ar fi dus la descoperirea sau la explicarea vreunui fapt științific.

Contrarul s-a întîmplat adeseori; după cum am văzut (p. 297 și 534), filozofia științei, atît cea implicită, cît și cea explicită, a acționat în trecut ca factor mai mult limitativ decît stimulatîv al progresului științei. Cele mai mari progrese științifice s-au realizat în ciuda filozofiei și nu datorită ei. Pe măsură ce vor fi înlăturate din calea progresului științific asemenea obstacole inutile, se va asigura oamenilor de știință o mai mare posibilitate de a lupta cu greutățile reale și nu artificiale, astfel ca știința să realizeze progrese importante și planificate, în loc să înainteze doar pe dibuite. Aceasta nu însemnează că filozofia trebuie eliminată din știință, ci tocmai

dimpotrivă. Din critica concepțiilor filozofice curente apare lămurit că lipsa lor de eficiență se datorește tratării neobiective, nesociale și neistorice a problemelor de bază ale științei, precum și tendințelor lor de denaturare în favoarea clasei dominante, tendințe în mare măsură inconștiente, întrucât sînt preluate ca ceva de la sine înțelese.

După cum am mai arătat (p. 409), această influență se manifestă sub forma orientării spre o filozofie a științei pozitivistă, idealistă și formală, prin care omul de știință este abătut de la metoda activă, experimentală de cercetare a problemelor spre o metodă contemplativ-pasivă, îndemnat fiind fie să se consacre unor experiențe lipsite de sens și de conținut real, fie să mediteze asupra unor adevăruri eterne și abstracte. Aceste concepții, în forma lor antică sau modernă, nu duc decît la sterilitate, iar dacă știința a reușit să le evite în trecut, aceasta s-a datorat numai impulsurilor primite din partea lumii materiale și sociale, care au scos-o din pasivitate, obligînd-o să rezolve noi probleme. Orice filozofie valabilă a științei trebuie să țină seama de aceste fapte; ea nu mai trebuie să considere știința ca o perfecțiune statică și izolată, ci ca o parte componentă a unei lumi reale — materială și socială — în continuă transformare. Primii pași spre o astfel de filozofie au fost de mult făcuți de Marx și Engels. Experiența ulterioară a adîncit și a extins concluziile lor (p. 787). Nu vreau să spun, prin aceasta, că o astfel de filozofie pentru științele naturii ar fi fost deja elaborată. Aceasta este o sarcină a viitorului. La această filozofie trebuia să se ajungă nu printr-o abstractă și apriorică analiză logică, ci prin experiența concretă a aplicării științei în conexiune cu sarcinile ei sociale.

14. 8. Organizarea și libertatea științei

Extinderea considerabilă a sferei preocupărilor științei și a organizării ei care a avut loc în ultima vreme a influențat direct caracterul intern al științei însăși. Oamenii de știință au fost obligați pentru prima oară să-și revizuiască activitatea, privind-o dintr-un punct de vedere general, sociologic, și nu numai dintr-un punct de vedere individual, academic. Ei trebuie să țină seama de relațiile reciproce dintre ei și societate, ca și de obiectul propriilor lor cercetări. Iar această preocupare nu privește numai pe cercetătorii științifici, ci este o problemă generală de cea mai mare importanță. Pe măsură ce se va înțelege mai bine că bunăstarea actuală și progresul viitor al societății depind de modul în care se dezvoltă și este aplicată știința, activitatea științifică se va bucura de tot mai mult sprijin și încurajare din partea maselor, crescînd totodată și preocuparea ca știința să se dezvolte pe un făgaș sănătos și eficient.

În ultimă analiză însă, numai cei care lucrează efectiv în domeniul științei pot găsi metodele de rezolvare în amănunt a acestei probleme și pot arăta în ce măsură sînt necesare sprijinul din afară și colaborarea. După cum este firesc, într-o perioadă de tranziție există mari divergențe de păreri. În momentul de față, lumea științifică dezbate două mari probleme: dacă organizarea științei este compatibilă cu libertatea, fără care știința nu poate progresa, și dacă oamenii de știință sînt răspunzători și în ce măsură de consecințele sociale ale activității lor. De fapt, acestea sînt două aspecte ale aceleiași probleme, iar controversele care au urmat au împărțit oamenii de știință în două tabere categoric opuse. Generația mai veche, privind înapoi spre epoca de aur a științei secolului al XIX-lea, ar vrea să reducă organizarea la minim, pentru a lăsa cît mai multă libertate și spontaneitate efortului individual al oamenilor de știință pasionați. ^{1.15}; ^{7.1-2} În afară de aceasta, ei ar vrea să se degajeze cît mai mult posibil de orice răspundere pentru utilizările științei, căutînd s-o treacă pe seama industriașilor și a oamenilor politici, deși cei mai mulți dintre oamenii de știință din această categorie par a deplînge consecințele acestor utilizări. De cealaltă parte se găsesc mai ales cercetători tineri, care văd în organizare singura cale a progresului și a aplicării rodnice a științei în scopuri sociale. Acești oameni de știință înțeleg că trebuie să-și asume, în cadrul unei mișcări democratice mai largi, partea lor de responsabilitate pentru utilizarea ce se dă științei în societate.

Contrastul dintre aplicarea științei în țările capitaliste și în cele socialiste a exercitat o influență considerabilă asupra opiniei oamenilor de știință. De o parte, oricine poate vedea marea dezvoltare dată științei industriale prin profitul monopolurilor și dezvoltarea ei și mai mare în scopuri militare, știința avînd un rol predominant în crearea armelor de distrugere în masă. De cealaltă parte, există o nouă și vastă organizare a științei, care, deși cuprinde și o activitate științifică militară, este orientată în primul rînd spre rezolvarea problemelor de producție și spre elaborarea unor noi planuri constructive de transformare a naturii și de ridicare a nivelului de trai.

Încă din timpul războiului rece, deși practic se suprimase orice informație provenind din țările socialiste și se desfășura o violentă campanie de propagandă, amplificîndu-se orice greșeală din lagărul socialist, oamenii de știință din țările capitaliste începuseră să se îndoiască de adevărul imaginii ce li se prezenta. Ea nu putea corespunde faptului de netăgăduit că Uniunea Sovietică, pornind aproape de la nimic, a ajuns în timp de 30 de ani a doua țară industrială din lume și că R. P. Chineză a pornit cu succes pe aceeași cale. Aceste indicii

s-au transformat în certitudini după Conferința pentru energia atomică, ținută în 1955 la Geneva, când pentru prima dată oamenii de știință din toată lumea și-au putut compara realizările. De atunci, vizitele reciproce risipesc neconținut prejudecățile cu privire la incompatibilitatea dintre socialism și știință. Chiar dacă nu le place tot ceea ce văd în lagărul socialist sau aud despre el, oamenii de știință din lagărul capitalist recunosc că acolo există realizări serioase care se dezvoltă în ritm rapid.

Asemenea comparații măresc frământarea oamenilor de știință, mai ales a celor din Marea Britanie, în legătură cu condițiile lor de viață și de muncă, precum și cu utilizarea dată rezultatelor activității lor. Ei văd cum se amână mereu proiectele unor cercetări promițătoare, cu excepția celor de interes militar. Ei văd că știința este în mod necorespunzător și nesistematic aplicată în industrie și că învățământul științific este frânat prin lipsa de localuri corespunzătoare și prin salariizarea nesatisfăcătoare a profesorilor.

Aceste neajunsuri nu sînt resimțite numai de cei direct interesați. Din ce în ce mai mulți oameni își dau seama de posibilitățile sporite pe care le oferă noile descoperiri științifice. Ei înțeleg că aceste posibilități nu sînt folosite în întregime și că actualul progres sovăielnic este mult mai redus decît ar putea fi. Ei își dau seama că li se răpește un drept elementar : acela de a beneficia de roadele științei, despre care vorbea Bacon la începuturile epocii capitaliste. În mintea lor începe să încolțească ideea că, dacă acest sistem nu este capabil să folosească valorile cu ajutorul cărora s-a putut dezvolta, i-a venit timpul să fie reformat sau înlocuit cu altul mai bun.

Probleme interne ale organizării științei : ordine și spontaneitate

Chiar și oamenii de știință care nu s-au simțit înclinați să meargă atît de departe cu analiza poziției sociale a științei sau care consideră situația ca satisfăcătoare nu pot evita cu totul să-și pună problema celei mai bune metode de organizare a activității științifice, deoarece în munca lor de fiecare zi se lovesc inevitabil de forma actuală a organizării ei. Chiar dacă în principiu nu sînt de acord cu organizarea, în practică nu se pot lipsi de ea. Acest dezacord are, de fapt, un oarecare temei logic, deoarece problema organizării științei se deosebește radical de aceea a organizării celorlalte activități umane, începînd cu războiul și terminînd cu comerțul sau chiar cu sportul. Numai organizarea activității artistice ridică probleme mai grele.

Greutățile provin din faptul că, după cum am văzut, spre deosebire de celelalte preocupări omenești, știința se interesează de ceea ce este nou și nu de ceea ce este așteptat. În alte domenii se poate stabili ce este de făcut și ce măsuri trebuie luate. În știință situația nu este aceeași. Când se lucrează cu fenomene imprevizibile, simpla rutină nu mai este suficientă. Există, desigur, destulă rutină și în știință, și ea ocupă un loc tot mai mare pe măsură ce cresc proporțiile și complexitatea tehnicilor științifice. Această rutină are o mare importanță și știința n-ar putea exista astăzi fără tehnologie, aprovizionare, administrație și comunicații, servicii care altădată nici nu puteau fi concepute. Dar nici un om de știință nu-și închipuie că aceste auxiliare necesare ar putea înlocui sarcina centrală a științei : descoperirea originală.

Miezul problemei constă în mijloacele de asigurare a ocupațiilor necesare atât pentru aplicarea științei pe plan material, cât și pentru capacitatea ei de a descoperi lucruri noi. Scindarea științei în două părți — una reprezentînd știința aplicată și rutinieră, alta știința pură și liberă — nu este o soluție. În realitate, acestea sînt două forme de manifestare ale aceluiași organism, la fel ca vederea și mișcarea, astfel că nu pot fi izolate. Istoria științei ne arată că, în fiecare etapă de dezvoltare, în cursul rezolvării problemelor practice s-au descoperit noi aspecte ale naturii și că, reciproc, practica devine stearpă și decade dacă nu este înviorată de gîndirea abstractă (p. 422, 453).

Refugiul în anarhie

Restabilirea libertății anarhice pentru ansamblul științei este încă și mai puțin posibilă decît pentru o parte a ei. Este, desigur, ușor de înțeles că prin reacție față de dirijarea deseori nechibzuită și autocratică a activității științifice în industrie sau în război se naște tendința de a abandona orice formă de organizare. Dar fuga oamenilor de știință în pustiu pentru a putea medita în singurătate este o absurditate, căci, mai mult decît oricare altă activitate umană, știința depinde de colaborare și înțelegere reciprocă. Știința n-a fost niciodată cu adevărat liberă, iar dacă a părut vreodată că se bucură de libertate, aceasta s-a întîmplat numai în epoca de liberă concurență a capitalismului ; libertatea științei este cu desăvîrșire incompatibilă cu noua revoluție industrială și cu producția organizată pe scară mare care o caracterizează. De fapt, această libertate este un anacronism și un capriciu, ca și imitația ridiculă a stilului gotic în universitățile patronate de milionari. Despre concepția care stă la baza acestei tendințe de evadare am discutat mult în această lucrare ; ne referim la concepția

că omul de știință ar fi o persoană sacră mai presus de luptele mărunte ale vieții. Deoarece omul de știință este, prin tradiție, succesorul eruditului din trecut, care se socotea pe plan social, material și intelectual mai presus de simplul meșteșugar manual, s-a format concepția că oamenii de știință constituie o elită, o categorie de oameni deosebiți de restul societății și întreținuți de societate, pentru ca, prin exercitiul gândirii pure, să răsfrângă gloria realizărilor lor asupra maselor populare, prea simple pentru a putea atinge un asemenea nivel intelectual.

Din primele faze ale civilizației și pînă în ziua de azi, această concepție a unei elite culte a constituit unul dintre cele mai puternice argumente pentru acceptarea și perpetuarea societății împărțite în clase. Acolo unde, în trecut, această concepție a fost mai accentuată, ea a dus la stagnarea științei, rupînd-o de stimulentele și de verificarea vieții practice și transformînd-o într-o pedanterie lipsită de utilitate și de originalitate. Totuși, această concepție are și astăzi mulți partizani, mai ales printre oamenii de știință vîrstnici și cu renume. 1.11a; 6.1a; 6.28 Aceștia consideră că actualele condiții politice din Europa occidentală și S.U.A. oferă oamenilor de știință unica posibilitate de a-și menține o situație fără de care ei nu pot concepe existența științei.

Acești apărători ai libertății științei, deseori fără să-și dea seama, se ridică în apărarea capitalismului, ca mod de viață opus celui socialist, care le-ar amenința existența. Ei nu pot accepta ușor ideea de a lucra în slujba vreunei organizații, chiar dacă aceasta este conștient orientată spre bunăstarea generală. Ei se împotrivesc cu dîrzenie noilor răspunderi și noilor concepții care li se par că ar fi impuse cu forța oamenilor de știință din țările socialiste.^{6.97} Ei manifestă o mult mai mare preferință pentru libertatea și lipsa de răspundere dintr-un sistem neorganizat, în care fiecare om își poate croi, cum crede de cuviință, calea pentru dobîndirea cunoașterii și a fericirii. Faptul că nevoia de organizare s-a născut tocmai în urma eșecului suferit de domnia anarhiei în știință le rămîne cu desăvîrșire străin, deoarece concepția lor despre societate și despre propria lor activitate nu conține nici un element istoric. Este totuși semnificativ că repulsia lor față de organizare nu se aplică și la organizarea științei în slujba profitului privat al marilor firme monopoliste, care controlează nouă zecimi din activitatea științifică industrială (p. 896), și nici la măsurile luate de marile state imperialiste, care utilizează resursele științifice aproape în întregime pentru pregătiri de războaie (p. 595). Li se pare relativ ușor să tolereze aceste abuzuri, cu condiția să li se lase cîteva insulițe de „neimixtiune”, în care o mîna de oameni de știință să-și poată continua cercetările personale.

Căutarea unei soluții : democrația internă a științei

Oricît de inaplicabile sau de reacționare ar fi aceste soluții, problema de la care pornesc este reală și importantă. Este necesar să găsim o formă de organizare care să folosească la maximum avantajele oferite de coordonare, menținînd în același timp avantajele perioadei anterioare, a științei neorganizate. Această nouă formă de organizare trebuie să îmbine caracterul, flexibilitatea și inițiativa individuală a științei din trecut cu munca în colectiv și cu existența unei strategii, necesare pentru a ataca problemele mai vaste ale viitorului. Rămîne de văzut dacă, în general, această problemă poate fi soluționată în cadrul capitalismului. Într-adevăr, pare foarte puțin probabil ca sistemul capitalist să se poată adapta vreodată cerințelor valorificării depline a științei. Măsurile care se iau în acest sens nu duc la nici un rezultat, din pricina goanei neînfrîinate după profit și a pregătirilor de război. Aceasta nu înseamnă însă că trebuie să se renunțe la încercările de rezolvare a problemei. Orice realizare, fie ea și parțială, în făurirea unei științe mai libere și mai bine organizate — căci aceste noțiuni nu se exclud, ci se completează una pe alta — este o realizare socială.

Libertatea poate fi îmbinată cu organizarea, printr-o largă colaborare neformală și prin democrație internă. Această formă este în deplină armonie atît cu tradiția activității științifice din țările capitaliste, cît și cu aceea din țările socialiste¹⁻² și corespunde îndeosebi tendințelor ce se manifestă azi în acele ramuri ale științei moderne în care se realizează cele mai mari progrese, în special în fizică și biochimie. Munca în colectiv ia locul muncii individuale, iar în practica multor laboratoare moderne problemele colaborării sînt pe cale să fie rezolvate. Incontestabil, mai există dificultăți. Mulți oameni de știință sînt, prin firea lor, ostili colaborării. De fapt, ei au fost selecționați ori s-au autoselecționat pe baza unor interese care i-au despărțit în oarecare măsură de colegii lor ; dorința de a lucra izolat sau de a recolta singuri toate meritele mai intervine adeseori, zădărnîcînd încercările de realizare a muncii în colectiv. În trecut aceste atitudini au fost mult încurajate de atmosfera socială a concurenței și arivismului ; ele nu sînt însă înnăscute, așa cum se credea, iar după ce oamenii de știință vor încerca sentimentul de satisfacție pe care îl dă munca în colectiv, aceste atitudini vor fi în mare măsură abandonate.

Prin democrația internă în știință nu înțelegem o democrație izolată, adică o democrație în care oamenii de știință să facă ce cred de cuviință fără a ține seama de lumea înconjurătoare. Dimpotrivă, democrația în știință nu poate fi concepută decît ca parte a unei democrații mai largi, între aceste două

democrației existînd în mod necesar un mare grad de interdependență. După cum a arătat experiența războiului, nu este suficient ca organele de administrație și șefii de instituții să pună probleme, iar oamenii de știință să le rezolve. Pentru a vedea problemele în conexiunea lor reală, în rîndurile cadrelor administrative și de tehnicieni trebuie să se afle oameni de știință.¹⁻² Pe de altă parte, cercetările științifice au nevoie și de funcționari administrativi și de tehnicieni. Nici o formă de organizare a științei n-ar mai trebui să sprijine ideea că oamenii de știință formează o elită izolată, fie chiar una care lucrează în interes obștesc. Omul de știință nu este decît un anumit tip de muncitor la fel de necesar, dar nicidecum mai necesar decît oricare altul.

Strategia cercetărilor științifice

Considerațiile precedente se aplică mai ales la dirijarea în amănunt a activității științifice, adică la *tactica* științei; dar, dacă organizarea s-ar mărgini numai la atît, ea n-ar duce la rezultate prea importante.

Știința — atît cercetarea fundamentală, cît și cea aplicată — are nevoie și de *strategie* și de tactică. Tendința de specializare în diferitele domenii ale științei — formarea jargoanelor și nevoia unei pregătiri mult mai îndelungate pentru cunoașterea unei anumite specialități — impune crearea unor mijloace de comunicare între ele, pentru ca diferitele ramuri să poată beneficia reciproc de progresele realizate și nu să-și urmeze fiecare calea ei separată. În Marea Britanie, ideea unei strategii a științei s-a impus cu toată tăria sub presiunea nevoilor războiului. Știința a trebuit să se orienteze spre îndeplinirea anumitor misiuni exterioare ei, fiecare dintre ele avînd contingente cu aproape toate ramurile științei. Astfel s-a format tendința de desființare a barierelor dintre științe și s-a ajuns la ideea cercetărilor „obiective” sau *convergente*, în care resursele tuturor disciplinelor sînt îndreptate spre un scop comun: rezolvarea problemelor tehnice sau operative ale războiului, ca străpungerea blindajului unui tanc sau apărarea împotriva submarinelor. Paralel cu aceasta s-au dezvoltat cercetările „subiective” sau *divergente*, unde se urmărește ca rezultatul unei serii de invenții sau idei noi să fie aplicat în toate domeniile, ca în cazul radarului sau al aprovizionării planificate.

Aceste metode de lucru, denumite printr-un termen generic cercetări operaționale, s-au dovedit atît de prețioase în timpul războiului, încît a fost firesc ca cei care le-au experimentat într-o măsură oarecare să dorească să le aplice și în timp de pace, cînd, ce e drept, obiectivele sînt mult mai vagi,

dar sînt cel puțin constructive. De ce n-a dat roade această încercare am arătat în capitolul al 13-lea. Acest eșec s-a datorat în întregime condițiilor impuse de economia capitalistă : nevoia unei strategii a științei dăinuie și astăzi, iar efectele ei practice au fost din plin demonstrate în țările socialiste. Încercarea de a aplica o strategie în știință introduce, o nouă perspectivă în gîndirea științifică : necesitatea de a considera progresul științei nu parțial și izolat, ci în ansamblu, și aceea de a raporta știința nu numai la observațiile actuale, ci și la trecutul și viitorul ei.

Organizarea oamenilor de știință

În știință, transformările nu se pot produce spontan, nici chiar sub presiunea unor condiții obiective exterioare. Ca în orice altă instituție socială sănătoasă, transformările trebuie să fie înfăptuite de oameni care lucrează în cadrul științei sau în afara ei și care, prin cunoștințele lor și prin experiența lor obținută prin participarea la evenimente, au înțeles necesitatea unei acțiuni conștiente, bazată pe colaborare, și sînt gata să se consacre realizării ei. Această tendință pornește, în primul rînd, dinăuntrul științei. Uriașa dezvoltare a științei în secolul al XIX-lea și mai ales în secolul al XX-lea a dus la apariția unei noi profesii, care se dezvoltă cu repeziciune. Noua activitate științifică se deosebește cu totul de activitatea omului de știință din secolul al XIX-lea sau din secolele anterioare. Astăzi există, probabil, în lume aproximativ 250 000 de bărbați și femei care-și cîștigă existența prin muncă științifică, iar printre aceștia aproximativ 50 000 sînt oameni de știință avînd ca principală preocupare cercetările științifice. Ei sînt în mare majoritate salariați ai întreprinderilor industriale și de stat și numai o mică parte, dar dintre cei mai valoroși, sînt încadrați în instituții academice. Numărul cercetătorilor științifici a crescut atît de repede, încît la început a depășit posibilitățile organizării lor. Societățile științifice mai vechi, preocupate în primul rînd de progresul efectiv al științei și numai în al doilea rînd de stabilirea unor norme profesionale, s-au dovedit cu desăvîrșire incapabile să creeze o asemenea formă de organizare, pe care, de fapt, nici nu o doreau.

Noul tip de organizare, care a apărut pentru prima dată în Marea Britanie și se răspîndește acum și în alte țări, are un caracter vădit sindical, considerînd știința ca pe un nou factor în industrie și în agricultură, iar pe cercetătorii științifici ca pe o categorie de tehnicieni nouă, dar care nu se deosebește principial de altele. În Marea Britanie s-a ajuns astfel în 1917 la un sindicat special, *Asociația oamenilor de*

știință. 1.3; 1.61a În alte țări, în care sindicatele aveau o structură diferită, astfel că toți muncitorii dintr-o anumită ramură industrială aparțineau aceluiași sindicat, s-a ajuns la formarea unei asociații a cercetătorilor științifici din diferite sindicate, în cadrul căreia se dezbăteau problemele comune. În țările cu o slabă organizare sindicală sau acolo unde oamenii de știință nu fac parte din sindicate, s-au format asociații independente ale oamenilor de știință, al căror scop este în general limitat : asigurarea unei poziții corespunzătoare a științei în țările respective. Majoritatea acestor organizații sînt unite actualmente în *Federația mondială a oamenilor de știință*, întemeiată în 1949.

Asemenea asociații au un dublu obiectiv : în primul rînd, ca sindicate, ele se preocupă de interesele și de condițiile de muncă ale membrilor lor, ceea ce reprezintă o necesitate vitală, deoarece muncitorul de astăzi care nu face parte dintr-o organizație este lipsit de orice apărare împotriva exploatării ; în al doilea rînd, ele se ocupă de utilizarea rațională a științei în economia națională și în relațiile internaționale. După cum se arată în preambulul la *Carta oamenilor de știință*,

„oamenii de știință pot să-și îndeplinească în întregime sarcinile față de colectivitate dacă și numai dacă condițiile lor de muncă le dau posibilitatea să-și valorifice pe deplin aptitudinile lor. Principala răspundere pentru menținerea și dezvoltarea științei trebuie să revină chiar oamenilor de știință, deoarece numai ei pot înțelege natura muncii științifice și direcția în care este necesară dezvoltarea științei. Răspunderea pentru aplicarea științei însă trebuie s-o poarte deopotrivă oamenii de știință și masele largi populare. Oamenii de știință nu dețin și nici nu cer să dețină controlul asupra organelor administrative, economice și tehnice ale colectivității din care fac parte. Ei poartă, totuși, o răspundere specială, aceea de a atrage atenția asupra domeniilor în care neglijarea sau abuzul de cunoaștere științifică ar putea duce la consecințe dăunătoare pentru colectivitate. La rîndul ei, colectivitatea trebuie să fie dornică și capabilă să prețuiască și să folosească posibilitățile pe care i le oferă știința ; aceasta se poate obține numai printr-o largă popularizare a metodelor și realizărilor științelor naturii și ale societății. 7.27

Popularizarea științei

Popularizarea științei implică existența unei comunități de gîndire între cei care se ocupă de știință și cei care au alte ocupații, o mai largă înțelegere a problemelor sociale din partea oamenilor de știință și o mai largă înțelegere a științei din partea organelor de stat, a muncitorilor și a întregului popor. Activitatea de răspîndire a cunoștințelor științifice trebuie să fie reluată cu o amplitudine mult mai mare decît aceea pe care a cunoscut-o în epoca de înflorire a popularizării științifice acum 100 de ani. Noua popularizare a științei trebuie însă să difere de cea veche. Astăzi nu mai este vorba de sim-

pla etalare a minunilor și posibilităților științei. „Avem nevoie de mai multă știință” — spuneau oameni ca Huxley și Tyndall — „pentru ca viața să devină mai sigură, mai bogată și mai plăcută pentru toți”. Aceasta nu mai este de ajuns astăzi. De fapt, există necesitatea de a se înlătura suspiciunea și chiar ostilitatea față de știință, pe care folosirea acesteia în scopuri de distrugere le-a făcut să încolțească în ultimii ani, precum și teama universală că știința va continua să fie folosită în vederea obținerii unor mijloace distructive tot mai îngrozitoare. Știința poate fi îndreptată pe un făgaș neprimejdios pentru lume după ce se va ajunge la o largă înțelegere a relațiilor dintre știință și progresul social și la hotărîrea fermă de a acționa în acest sens. Pentru aplicarea integrală a științei în scopuri pozitive se cere mai mult decât un simplu contact pasiv. Din moment ce știința face parte integrantă din învățămîntul general, devine posibil și chiar necesar ca întreaga populație muncitoare (p. 853) să participe activ la dezvoltarea științei. Fiecare fază a procesului de producție industrială și agricolă, ba chiar și aspectele practice ale vieții casnice, pot deveni un cîmp de experimentare rațională, de perfecționare practică și de inovare.

14. 9. Necesitatea științei pentru omenire

Concluzia principală care se desprinde din studierea situației și dezvoltării științei în societatea noastră este că progresul științei a devenit prea important pentru a fi lăsat numai în seama oamenilor de știință sau a oamenilor politici și că întregul popor trebuie să-și dea contribuția pentru ca acest progres să fie o binecuvîntare și nu un blestem. Aceasta nu este o perspectivă îndepărtată. Datorită utilizării științei mai întîi de către un capitalism nedirijat, în timpul revoluției industriale, iar acum de capitalismul monopolist, situația întregii omeniri de pe acest Pămînt a devenit cît se poate de nesigură. Lumea este astăzi amenințată, mai mult ca oricînd altădată, de dubla primejdie a războiului și a foametei.

Primejdia războiului și preîntîmpinarea acestuia

Discuția în jurul efortului depus pentru pregătirile militare și pentru război, ca și asupra participării științei și a oamenilor de știință la aceste activități, ocupă, din nefericire, prea multe pagini în această lucrare (p. 584 și urm., 646 și urm., p. 899). Am analizat cel puțin cîteva dintre multiplele modalități în care pregătirile de război denaturează și înăbușă progresul științei. Totuși, nici una dintre ele nu poate fi comparată cu consecințele unui război dus cu armele existente

în prezent. Un nou război n-ar distruge civilizația, dar ar da-o considerabil înapoi ; s-ar pierde sute de milioane de vieți, iar bolile și suferința ar deveni incomensurabil mai mari (p. 590 și urm.).

Resursele mondiale, așa cum sînt folosite azi, sînt insuficiente pentru satisfacerea cerințelor omenirii ; irosirea unei mari părți a acestor resurse pentru război ar putea răsturna echilibrul în mod catastrofal, ducînd la un dezastru aproape nelimitat. De aceea problema primordială a zilelor noastre constă în a pune capăt amenințării unui nou război. Această amenințare poate fi înlăturată dacă masele populare de pretutindeni vor înțelege destul de bine primejdia și vor face presiuni suficient de puternice. Este adevărat că războiul și pregătirile de război au devenit condiții aparent esențiale pentru menținerea economiei capitaliste în stadiul ei actual. Aceste condiții îi sînt însă necesare nu pentru a o apăra împotriva unor dușmani externi sau interni, ci pentru a asigura profitul maxim de pe urma producerii unor mărfuri care nu pot supraîncărca piața, neputînd fi folosite decît în scopuri de distrugere.

Menținerea stării de tensiune care să poată justifica un nesfîrșit război rece s-a dovedit în cele din urmă imposibilă. Tratatul de pace cu Austria, conferințele șefilor de state, aplanarea unor războaie și conflicte de mici proporții au inaugurat o fază nouă, în care teama unui război iminent a scăzut simțitor. Este adevărat că orizontul este încă întunecat. Nu s-a ajuns la un acord cu privire la Germania, la armele atomice și la dezarmare. Reducerea forțelor armate, întreprinsă unilateral de Uniunea Sovietică, n-a avut încă ecoul așteptat. Dar aceste condiții nu sînt absolute. Pe măsură ce crește destinderea după războiul rece, menținerea economiei de război se dovedește tot mai dificilă. Faptul că pe zi ce trece crește numărul oamenilor care-și dau seama că folosirea bombei cu hidrogen echivalează cu o sinucidere face ca generalii și chiar oamenii politici să se oprească la marginea prăpastiei. Mai devreme sau mai tîrziu această aberație a irosirii unei atît de mari energii pentru înarmare și pregătiri științifice de război într-o lume care nu se poate aventura să înceapă un nou război va trebui să cedeze locul unei redobîndiri a lucidității.

De îndată ce amenințarea directă a războiului va fi înlăturată, se va deschide calea spre instaurarea, de comun acord, a unei forme de coexistență a celor două mari sisteme de guvernămînt existente în lume : capitalist și socialist. Încă de pe acum s-a înțeles că această coexistență implică dezarmarea pe scară largă și un acord ferm privind interzicerea folosirii oricăror arme de distrugere în masă : atomice, termonucleare și biologice.^{7,4} Coexistența mai implică totodată reluarea și extinderea relațiilor economice dintre cele două sisteme mondiale, pre-

cum și schimburi culturale și științifice neîngrădite. În țările capitaliste, reducându-se comenzile de armament, o asemenea destindere ar putea duce la o stagnare economică, dar aceasta ar fi doar o situație trecătoare, care va fi mai mult decât compensată prin investițiile destinate dezvoltării interne și schimburilor economice, îndeosebi cu țările slab dezvoltate și cu țările socialiste. Dezarmarea și asigurarea păcii ar da țărilor socialiste posibilitatea de a consacra un efort sporit producției bunurilor de consum și planurilor de dezvoltare. Vor rămâne, de asemenea, mai multe fonduri disponibile pentru investiții și ajutoare destinate țărilor slab dezvoltate (p. 894).

Din această transformare, știința are de câștigat cel mai mult. Dacă o parte importantă din resursele puse actualmente la dispoziția cercetărilor și perfecționărilor în scopuri militare ar fi destinate cercetărilor civile, s-ar ajunge la o sporire fără precedent a mijloacelor și a forțelor de muncă. Mai mult decât atât, instituțiile de cercetări militare ar putea fi transformate în instituții de cercetări civile, păstrându-și caracterul general, cu aceeași rapiditate cu care au fost transformate în sens invers în timpul ultimului război, adică în cel mult câteva luni. ^{1.2.285}

Toate aceste speranțe se bazează pe capacitatea popoarelor lumii de a-și sili guvernele să prevină izbucnirea unui al treilea război mondial. Deoarece armele ce se pregătesc în acest scop sînt în mare parte făurite de știință, omul de știință poartă o răspundere specială și este obligat să participe activ la eforturile de preîntîmpinare a războiului și de înlăturare a cauzelor lui politice și economice. În actuala conjunctură, această sarcină este însă extrem de complicată. Oamenii de știință au în primul rînd datoria de a analiza cît mai bine situația actuală, mai ales în domeniile în care au competență tehnică, iar în lumina constatărilor făcute ei trebuie să contribuie la lămurirea concetățenilor lor și să se alăture mișcărilor care după părerea lor sînt orientate spre o pace efectivă și trainică.

Lichidarea foametei

Chiar și fără război, perspectivele omenirii sînt destul de precare. Am arătat mai înainte că uriașa dezvoltare a agriculturii în secolul al XIX-lea a avut ca rezultat o sporire enormă a producției de articole alimentare cu prețul secătuirii solului pe o scară nemaiîntîlnită, secătuire care astăzi influențează grav fertilitatea solului întregii planete. Aceasta a coincis cu o creștere a populației, determinată de nevoia de brațe de muncă din prima revoluție industrială și favorizată de ameliorările care au însoțit-o în domeniul agriculturii, sănătății publice și transporturilor.

Fenomenul a început în Marea Britanie și în nordul Europei, pentru a se extinde apoi mult mai departe de centrele industriale, în regiunile lor de aprovizionare cu materii prime. Acolo nevoia unor culturi agricole de bază care să asigure produsele alimentare și textile, concentrate astăzi mai ales în regiunile tropicale și subtropicale, împreună cu dezvoltarea exploatarea miniere au creat noi cereri de brațe de muncă, ducând la o creștere suplimentară a populației și la o presiune fără precedent asupra unei producții alimentare aproape statice. După cum am văzut (p. 692 și urm.), această lipsă de produse alimentare nu este o simplă consecință automată a acțiunii factorilor biologici, ci rezultatul unui sistem de culturi defectuos și învechit, precum și al unei agriculturi semifeudale puse în slujba marelui capital. Atîta timp cît acest sistem agricol va dăinui, rezultatul său inevitabil va fi foametea — nu o foamete întîmplătoare, datorită unui an cu recoltă proastă și localizată într-o anumită regiune, ci foamete generală și permanentă.

Știința în folosul bunăstării

Schimbarea acestor perspective constituie în primul rînd o problemă economică și politică. Numai atunci cînd lumea se va găsi într-adevăr la adăpost de primejdia războiului, cînd toți oamenii își vor putea consacra inițiativa și activitatea binelui obștesc, se vor putea desprinde toate învățămintele utile din analiza amănunțită a progresului și aplicării științei. De asemenea acțiunea de folosire a științei în scopul îmbunătățirii condițiilor de viață ale oamenilor este în primul rînd o problemă politică, adică o problemă care, în ultimă instanță, trebuie să fie rezolvată de întregul popor. Dar poporul nu poate ajunge la această rezolvare fără a dispune de informațiile pe care le dețin numai oamenii de știință. Este deci o datorie a omului de știință ca să-și sacrifice cel puțin o parte din timp, părăsindu-și preocupările de strictă specialitate, pentru a acționa, laolaltă cu toți ceilalți oameni din diferitele ramuri de activitate și care nutresc aceleași idei, laolaltă cu lucrătorii intelectuali, cu muncitorii și cu femeile casnice, în vederea realizării unei societăți în care științei să i se poată da o utilizare rațională. Nu există nici un motiv care să-i împiedice să facă acest lucru, și aici intervine organizarea care, unind pe oamenii de știință cu ceilalți oameni ai muncii într-un efort comun, le dă posibilitatea să-și îndeplinească sarcina față de societate.

Despre ceea ce ar însemna aceasta pentru realizarea unor condiții de trai mai bune, pentru sănătate, cultură, pentru progresul și fericirea popoarelor am mai vorbit la sfîrșitul capitolelor al 10-lea, al 11-lea și al 13-lea, cînd am tratat despre

știință în secolul al XX-lea. Pe scurt, aceasta ar însemna înfăptuirea unei noi revoluții industriale și biotehnice, avînd ca principal efect — prin extinderea automatizării producției și introducerea mecanismelor de control — înlăturarea oricărei necesități nu numai a muncilor grele și primejdioase, dar și a celor monotone din uzine și birouri.

Energia în slujba omului

Ioate acestea se vor realiza pe baza utilizării depline a capacității de producție și a energiei, care, atunci cînd nu va mai fi acaparată de producția de bombe, va rămîne disponibilă în cantități nelimitate. Ea n-are de ce să fie folosită cu economie, dar trebuie folosită cu înțelepciune. Belșug de energie înseamnă belșug de materii prime, de oțel și de alte metale, de mase plastice și fibre sintetice (p. 598), adică de tot ceea ce este necesar pentru industrie, transport, locuințe și îmbrăcăminte. Materii prime înseamnă uzine, care, prin automatizare, pot produce toate bunurile pe care le dorim. Energie mai înseamnă și crearea unor sisteme raționale de transport pentru mărfuri și pentru persoane, prin care oamenii să poată călători fără a se stingheri între ei și fără a-și pierde vremea cu ocoluri inutile. Nu există nici o cauză de ordin tehnic care să împiedice în prezent automatizarea transporturilor. Această mare investiție de capital cere timp, dar, înlăturîndu-se obstacolele politice, aceasta s-ar putea înfăptui imediat ce marile capacități de producție și științifice, angajate în pregătirile de război, ar fi îndreptate spre scopuri utile. Cea mai tragică ironie a vremurilor noastre este că se consacră o însemnată parte a efortului material și intelectual pentru a se menține lumea în stare de sărăcie, ignoranță și spaimă. Bogăția, știința și libertatea sînt accesibile fiecărui om de pe lume, mai mult decît în visele celor mai bogați oameni din zilele noastre. Numai lăcomia meschină, prostia și lașitatea îi împiedică să participe, satisfăcîndu-și toate dorințele, la bunăstarea generală.

Transformarea naturii

Totodată se va întreprinde și transformarea naturii, în direcțiile indicate de științele biologice și geologice, cu ajutorul industriei grele, inclusiv probabil, al energiei atomice. Cursurile tuturor rîurilor de pe glob pot fi reglementate de om, obținîndu-se mari cantități de energie, suprimîndu-se inundațiile, seceta și eroziunea distrugătoare a solului, extinzîndu-se astfel considerabil producția agricolă vegetală și animală. În acest fel se va pune capăt efectelor imediate ale subalimentației și teama de foamete va dispărea, iar creșterea populației în proporții oricît de mari nu va mai ridica nici o problemă.

În afară de aceasta, există posibilitatea de a se extinde zona productivă de pe glob prin valorificarea deșerturilor, a terenurilor muntoase neproductive și prin exploatarea la maximum a resurselor mărilor ; pe lângă toate acestea există posibilitatea producției de alimente pe cale microbiologică și fotochimică.

Posibilitatea cercetărilor științifice

Acestea nu sînt visuri deșarte, ci proiecte care pot fi îndeplinite cu materialul, oamenii și cunoștințele de care dispunem în momentul de față. Dar ele reprezintă doar primele perspective pe care le deschide știința. Adevărata valoare a științei constă în dezvăluirea a ceea ce nu știm, prin puterea nelimitată a cercetărilor științifice, care, mînuite fără nici o îngrădire și bucurîndu-se de o organizare liberă și suplă, pot arăta ce este în stare să îndeplinească omenirea atît în întindere cît și în profunzime. Aceasta este „lumina“ la care visa Bacon, „lumina care prin însăși răspîndirea ei ar putea să atingă și să lumineze toate regiunile periferice care mărginesc cercul cunoștințelor noastre prezente“ (p. 306). Ea s-ar dovedi direct utilă tocmai acolo unde Bacon ar fi prețuit-o mai mult, în domeniul lichidării bolilor și al prelungirii vieții.

Această revoluție economică, agricolă și științifică va opri și tendința de centralizare a industriei sub regimul capitalist, înlocuind-o printr-un echilibru al industriei și agriculturii pe tot cuprinsul lumii. Ea va face, de asemenea, ca știința să se integreze celorlalte forțe de producție. Aceasta presupune o mare extindere a științei însăși. Efortul depus de știință pentru descoperirea a ceea ce trebuie realizat va tinde să egaleze efortul depus pentru realizare. Prin această transformare, stăpînirea mediului înconjurător de către om va atinge un nou nivel. Revoluțiile agricole și industriale din trecut i-au dat omului puterea de a stăpîni, prin tehnică și organizare, mediul înconjurător organic și anorganic. Revoluția actuală îi va aduce și puterea de control asupra mediului social și asupra dezvoltării societății însăși. Realizarea societății fără clase este prima condiție necesară pentru ca această transformare să înceapă a se realiza ; în vederea desăvîrșirii ei însă este necesar ceva cu totul nou : dobîndirea de către toți oamenii a capacității de a întreprinde o acțiune socială conștientă și unitară.

Răspunderea socială

Efectul pe care l-ar putea avea o asemenea transformare asupra științei și culturii în general nu poate, firește, să fie prevăzut. Dacă am cunoaște dinainte răspunsul la toate întrebările, știința n-ar mai avea rost. Totuși, din experiența trecutului

se poate deduce logic că ea ar duce la desfășurarea unei activități fără precedent, în cadrul căreia omul ar crea noi opere uriașe intelectuale și constructive. Viața intelectuală, la care ar participa toți oamenii, ar fi mai strâns împletită cu sarcinile practice ale omeniirii, mai pătrunsă de sentimentul răspunderii.

Un tip nou de societate, conștientă că propria ei dezvoltare este o chestiune de interes reciproc a tuturor membrilor săi, trebuie să-și creeze pe aceste baze o morală proprie, care, înglobând toate principiile morale din trecut, se poate ridica la înălțimi pe care astăzi abia le putem întrezări. Noua tehnologie, noua știință nu pot funcționa în condițiile moralei vechi, tot așa cum ele nu mai pot fi dirijate prin vechile sisteme economice și politice. Aceasta presupune un nivel de răspundere individuală și colectivă mult mai înalt decât în trecut, când răspunderea se limita doar la cerințele tradiționale ale familiei și tribului.

Lipsa de cunoaștere a însemnat, în mod automat, lipsă de răspundere. Când oamenii nu puteau înțelege nimic din ceea ce li se întâmpla bun sau rău și nici să desprindă vreo legătură directă între ceea ce li se întâmpla și propriile lor acțiuni, era firesc să se creadă că toate se datorau unor forțe exterioare, destinului orb sau unor zei binevoitori sau răuvoitori. În măsura în care exista o răspundere individuală, ea era indirectă. Dacă omul nu putea stăpîni elementele naturii, el putea încerca, cel puțin, să se stăpînească pe sine însuși, iar dacă nu reușea s-o facă și încălca obiceiurile tribului sau poruncile zeilor, consecințele se manifestau prin nenorociri obștești. Dar răspunderea implicată în conceptele de virtute și de păcat este oarbă. Acceptarea ei nu poate duce decât la respectarea fidelă a ritualurilor și a interdicțiilor tribale. Chiar în era capitalismului răspunderea este limitată la individ și se măsoară în bani. Dacă omul și-a croit o carieră cinstită și își întreține familia, poate socoti că și-a îndeplinit principală sa datorie față de societate. Mizeria adusă de crizele economice, șomajul, promiscuitatea cartierelor sărace și chiar războiul nu-l privesc în nici un fel.

A fost o vreme când ignoranța era sinonimă cu pietatea. Conducătorilor societății scindate în clase le convenea cît se poate de bine ca poporul să nu știe decît atît cît îi trebuia pentru a munci și în special ca el să nu se intereseze de temeiurile înseși ale societății (p. 713 și urm.). Pe măsură ce crește cunoașterea și experiența, o asemenea orbire nu mai poate fi admisă ; de fapt, astăzi nici o societate industrială modernă nu o poate îngădui fără a-și periclita existența, iar răspunderea devine din nou colectivă și conștientă. Chiar dacă evenimentele nu ne-au adus ceva mai bun, ele ne-au învățat că oamenii nu mai sînt entități separate, că, oricît ar părea de izolate, ac-

tele lor sînt factori importanți într-o mișcare socială generală. Ignoranța „de neînvins“, care putea fi admisă, fiind de fapt inevitabilă în epocile trecute, astăzi poate fi învinsă și nu mai este de îngăduit. Oamenii care refuză să vadă sau să accepte semnificația lucrurilor pe care le văd sau care — și mai grav — prin controlul pe care-l exercită asupra învățămîntului și presei împiedică pe alții să înțeleagă semnificația acțiunii sociale sînt adevărați dușmani ai societății. Numai atunci cînd nimeni nu va mai avea interesul să ascundă realitățile sociale, adică numai într-o societate înaintată, fără clase, va deveni posibil ca fiecare să înțeleagă nestingherit natura societății în care trăiește.

De îndată ce se va asigura o bază materială solidă și cînd resursele naturale vor fi folosite în mod chibzuit, se va produce cea mai importantă transformare dintre toate : eliberarea pentru prima oară în istorie a resurselor naturale conținute în înseși ființele umane. Pe tot cuprinsul lumii și nu numai ca acum, pentru anumite clase și rase privilegiate, fiecare copil va putea să progreseze, bucurîndu-se de toate avantajele învățămîntului. Băiat sau fată, toți deopotrivă, vor avea posibilitatea să-și dezvolte din plin aptitudinile, în toată libertatea, spre binele comun. În acest proces, ei vor făuri și vor transforma formele sociale în cadrul cărora colaborează, dar o vor face pe deplin conștienți, pe baza analizei științifice, nemălăsîndu-se conduși în mod arbitrar de politicieni sau de forțe economice oarbe. În orice societate guvernată de popor, ca și în lupta pentru realizarea unei asemenea societăți, condiția primordială este cunoașterea desăvîrșită a naturii și a societății. Pentru ca aceasta să devină realitate este necesar să se generalizeze un învățămînt cu adevărat popular, de tip nou, un învățămînt despre care am mai vorbit. Pe măsură ce se va realiza acest învățămînt va crește capacitatea întregului popor de a aplica știința și de a participa la progresul ei ; astfel se va pune capăt izolării în care se află știința față de restul culturii și de popor.

Transformarea societății într-o societate eliberată de exploatare poate fi realizată prin știință și numai prin știință. În tot cursul îndelungatei existențe a societăților împărțite în clase antagoniste, tehnica nu a cunoscut niciodată un nivel suficient de înalt pentru a produce mai mult decît un mic surplus față de necesitățile de trai, surplus care era însoțit de clasa dominantă. Astăzi, grație științei, acest surplus poate crește oricît de mult dorim, dar omul va rămîne expus mizeriei și incertitudinii atîta vreme cît știința nu va fi utilizată din plin și va fi pusă în slujba unor scopuri josnice și distructive. În toate luptele de clasă de pînă acum, o clasă lua locul alteia, iar exploatarea continua sub altă formă. În procesul de trecere a societății

de la capitalism la socialism și comunism, această insuficiență de bunuri va dispărea în cele din urmă, producția fiind destul de mare pentru a înlătura orice nevoie ca să mai existe proletari sau servi. Știința va rămîne însă tot atît de necesară, fără a se mai limita doar la cîțiva specialiști, făcînd parte integrantă din viața întregului popor.

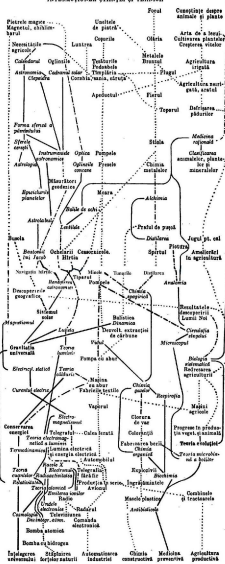
Există încă multe lucruri de făcut. Primul și cel mai greu este să folosim cunoștințele noastre actuale pentru înlăturarea relelor pe care le știm. Al doilea este să orientăm cercetările științifice spre descoperirea de noi mijloace de înlăturare a relelor pe care astăzi nu le putem evita, spre vindecarea bolilor și asigurarea unei vieți lungi și fericite tuturor oamenilor. Ne așteaptă apoi alte sarcini, constînd în continuarea și extinderea cercetărilor în vederea descoperirii unor rele necunoscute încă, pe care, la rîndul lor, va trebui să le combatem și să le distrugem. Pe de altă parte, ca sarcini pozitive, trebuie să descoperim noi lucruri utile, materiale și procedee noi și, mai presus de toate, noi baze efective pentru organizarea acțiunilor sociale. Aceasta înseamnă că, de fapt, cunoașterea reprezintă doar prima etapă în îndeplinirea sarcinii ce revine gîn-

TABELUL 8. — Știința de-a lungul veacurilor

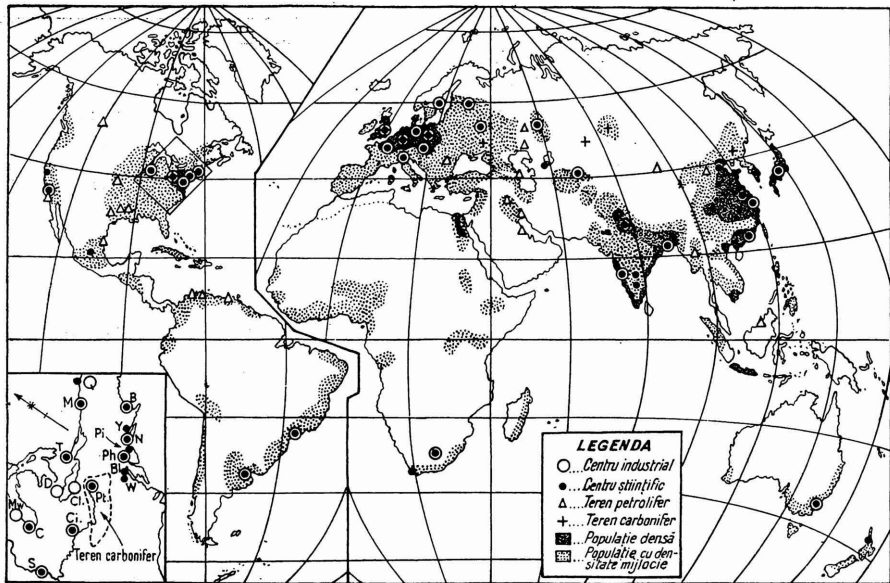
În acest tabel am încercat să sintetizez rezultatele înfățișate în tabelele precedente și să prezint, într-o formă pe care n-am folosit-o acolo, natura interacțiunii lor. În primele trei coloane sînt prezentate condițiile istorice, sociale și geografice. Spre deosebire de tabelele precedente, scara timpului nu este uniformă; pentru perioadele de progres rapid, ca secolul al IV-lea î.e.n. sau secolul al XVII-lea e.n., s-a acordat un spațiu egal cu cel acordat intervalului dintre secolele al IV-lea și al VIII-lea e.n. Desigur, acest mod de prezentare estompează neregularitățile reale cu care s-a desfășurat progresul științific și tehnic, ceea ce însă nu s-a putut evita, din cauza lipsei de spațiu. Coloana a treia indică centrele principale mai ales pentru vremurile recente, bineînțeles, doar cu oarecare aproximație. Această coloană trebuie urmărită folosind și hărțile. Partea principală a tabelului arată unele dintre interacțiunile progreselor științifice și tehnice, așa cum au avut loc în realitate. Aspectele pur științifice sînt scoase în evidență cu litere cursive. Unele dintre influențele reciproce ale factorilor tehnici și științifici sînt indicate prin linii, deși multe au fost omise pentru a nu complica peste măsură tabelul. Apar lămurit trei linii principale de progres continuu. Prima, și cea mai lungă, în ce privește știința, este aceea care leagă calendarii de astronomie, navigație, mecanică, ramificîndu-se în diferite domenii ale fizicii. A doua linie, la fel de lungă, reprezintă direcția principală a progresului mecanic și tehnologic, care, pînă la invenția mașinii cu abur, a datorat puțin științei, contribuind mult însă la dezvoltarea ei. A treia linie reprezintă progresul meșteșugurilor care transformă materialele: ceramica, metalurgia și chimia, în care contribuțiile științei și tehnologiei se întrepătrund în mult mai mare măsură. În tabel sînt indicate, de asemenea, și procese mai limitate, cum ar fi dezvoltarea opticii și a electricității; relațiile reciproce dintre sectoarele agricol, medical și biologic sînt prea complexe pentru a fi în mod corespunzător înfățișate la această scară.

ANUL	EPOCA	CARACTERUL SOCIETĂȚII	CENTRUL ACTIVITĂȚII ȘTIINȚIFICE ȘI TEHNICE
I.E.N. 100 000-	Paleolitic (2)	Găsituri	Cămpurile, pădurile și peșterile
5 000-	Neolitic (3,1)	Forme de producere	Oaze fertile și simbolurile de pe pământuri
3 000-	Epoca bronzului (3,2-3,8)	Prizele sociale și religioase în cultură	Văile aluvionare din Mesopotamia, Valea Sindului, a Indului, a râului Hanze
1 500-	Începutul epocii fierului (4,1-4,3)	Trăirea la societatea slavegă	Egipt, Bazinul Mării Roșii, Asiria, Babilon
600-	Epoca secolului (4,5)		India, Italia de sud Sicilia, Babilon
400-	Epoca clasică (4,6)		Atena
300-	Epoca elenistică (4,7)	Societatea slavegă	Alexandria, Antiochia
100-	Epoca romană (4,8)		Pengus, Sinenna Alexandria, Roma
E.N. 400-	Epoca saxonă (5,1-5,4)		Perma, China
600-	Epoca indusă (5,5-5,7)	Trăirea la feudalism	Siria, Persia
1 200-	Creștinismul medieval (6)		India, China
1 500-	Renascerea (7,1-7,3)	Ordnarea feudală	Bagdad, Asia centrală
1 900-	Edificarea religioasă (7,4-7,6)		Egipt, Spania, Parma, Oxford, India, Henan
1 400-	Restaurarea (7,7-7,9)	Trăirea la capitalism	Floripa, Yangia, Braga, Nürnberg
1 700-	Capitalismul timpuriu (8,1)		Padua, Cracovia
1 800-	Capitalismul liberal (8,2-8,4)		Copenhaga, Praga
1 900-	Capitalismul liberal (8,5-8,6)		Londra, Paris
1 900-	Capitalismul liberal (8,7-8,8)		Leyda, Paris
1 900-	Capitalismul liberal (8,9-8,10)		Uppsala, München
1 900-	Capitalismul liberal (8,11-8,12)		Birmingham, Glasgow
1 900-	Capitalismul liberal (8,13-8,14)		Londra, Paris
1 900-	Capitalismul liberal (8,15-8,16)		München, Copenhaga
1 900-	Capitalismul liberal (8,17-8,18)		California, Cambridge, Moscova

INTERACȚIUNEA ȘTIINȚEI ȘI TEHNICII



Legături științifice Interacțiunea științei și tehnicii Legături tehnice



dirii omenești. Cunoașterea trebuie să ducă la transformări constructive, pentru ca ea însăși să se poată astfel împlini.

Aceste anticipări ar putea încheia prezenta lucrare, deoarece scopul ei constă în cercetarea trecutului pentru a trage concluzii privitoare la viitor. Întrucât preocuparea mea a constituit-o știința, m-am străduit să arăt care este rolul ei în înfăptuirea transformărilor sociale și în formularea problemelor sociale. Am încercat, de asemenea, să arăt cum poate contribui știința la rezolvarea acestor probleme. Este clar că ele nu pot fi rezolvate fără știință și nici nu pot fi ocolite.

În trecut, istoria a constat în înregistrarea intențiilor și acțiunilor omenești, ca și a evenimentelor, care, de cele mai multe ori, s-au desfășurat în mod cu totul diferit de țelurile conștiente. Ea a fost cîmpul de acțiune al unor forțe care abia dacă puteau fi bănuite, astfel că erau cu prea mare ușurință identificate cu ființe de ordin superior, în mîna cărora oamenii erau doar simple jucării. Pe măsură ce reușim să vedem în istorie ceva mai mult decît atît, pe măsură ce începem să înțelegem cîte ceva în legătură cu aceste forțe și cu legile cărora li se supun, evenimentele istoriei devin rezultate ale unor acțiuni planificate și înfăptuite în mod conștient. După cum a spus Engels, adevărata istorie a omenirii începe o dată cu descoperirea științei societății.

HARTA 5. — *Lumea de azi*

În această hartă încerc să înfățișez repartitia populației, industriei și activității științifice pe tot cuprinsul globului, așa cum a fost reflectată în capitolul al 14-lea, mai ales la pag. 892 și urm. Pentru a scoate în evidență punctele principale, contrastele au fost întrucîtva exagerate. Se vede că cea mai mare parte a populației globului ocupă patru regiuni principale: Europa, America de Nord, China și Japonia, India și Indonezia. Industria lumii este însă aproape în întregime concentrată în primele două regiuni, situație care, probabil, că nu va dăinui. Vechile centre populate își dezvoltă industria rapid și apar noi centre populate și industriale. Vastele suprafețe albe de pe hartă arată cît de mult spațiu există pentru expansiune. Dat fiind că principalele regiuni industriale din nord-vestul Europei și nord-estul S.U.A. ocupă suprafețe restrînse, centrele lor de producție și de cercetări nu pot fi reprezentate la scara acestei hărți. Pentru repartizarea teritorială a centrelor din Europa, vezi harta 4. Centrele din S.U.A. sînt indicate în colțul din stînga al hărții, pentru care am dat și o legendă. N-am dat o legendă pentru întreaga hartă, deoarece așezarea celor mai multe regiuni este evidentă.

B1 — Baltimore (John Hopkins)
B — Boston (Harvard,
M.I.T.)
C — Chicago
Cl — Cincinnati
Cl — Cleveland
D — Detroit

Mw — Milwaukee
M — Montreal
N — New York
(Columbia)
Ph — Philadelphia
Pt — Pittsburgh

Pl — Princeton
Q — Quebec
S — St. Louis
T — Toronto
W — Washington
Y — Yale

(pentru lămuriri,
vezi pagina VI)

Pagina 16. * Deosebirea dintre cele două moduri de expresie este valabilă pentru cele mai îndepărtate vremuri dacă ne orientăm după considerațiile prof. Haldane și după experimentele sale asupra mijloacelor de comunicare la animale (p. 671). Modul de exprimare al artei apare drept cel mai primitiv, preuman și aproape presocial. Folosirea magică a limbajului pentru chemarea la o acțiune este obișnuită la păsări. Ele exprimă în felul acesta o stare lăuntrică de agitație sau de pregătire a unei acțiuni, deseori determinată de evenimente din lumea exterioară, dar în nici un caz nu dau o descriere a acestora. După părerea lui Haldane, acesta este și criteriul după care se deosebește vorbirea omenească, în care chemările magice la o acțiune i se suprapune elementul științific al descrierii. Cele două moduri de exprimare se întrepătrund, tinzând treptat să se contopească. „Hai la pescuit” este încă forma magică-artistică. „Anul trecut în lacul acesta era pește”, exprimare care ar putea s-o continue pe prima, se încadrează în modul științific-indicativ. Toate acestea sînt considerații de ordin general. A da o definiție precisă a artei nu are mai mult sens decît a da o definiție a științei. Ambele au avut, de-a lungul istoriei, o evoluție autonomă. Un roman este mult mai aproape de o lucrare științifică decît de un dans ritual primitiv.

Pagina 44. * Primele faze ale dezvoltării uneltelor și vorbirii, deși cel mai greu de urmărit, sînt, fără îndoială, cele mai importante. În nota de la pag. 16 m-am referit pe scurt la părerile lui Haldane cu privire la originea preumană a vorbirii. El consideră de asemenea că este posibil ca unele mijloace tehnice din epoca paleolitică să fi fost de natură instinctivă, cum e, de pildă, clădirea de către păsări a cuiburilor. Atîta vreme cît procesul de dezvoltare este relativ lent, acest lucru nu este imposibil, după cum o atestă transmiterea prin ereditate a experienței la păsări (p. 671). De îndată ce faza critică a trecut, acest mecanism, care este extrem de lent, trebuie să fi fost înlocuit, după părerea mea, cu transmiterea socială a diferitelor mijloace tehnice, iar acest proces poate fi considerat ca adevăratul moment originar al omenirii.

Pagina 48. * Prof. Haldane are îndoieli în legătură cu originea umană a ritualului. Ceea ce cunoaștem noi astăzi ca atare putea fi o simplă transpunere în cuvinte a dansurilor preumane sau cel puțin prelingvistice, ex-

primind pregătirea sau chemarea la o acțiune. Dacă vorbirea propriu-zisă a apărut târziu, o mare parte din funcția ei socială și economică trebuie să fi fost îndeplinită, la origine, de ritual.

Pagina 56. * Importanța rolului șamanului sau a vrăciului în știință mai trebuie să fie studiată temeinic. Cert este că lor le datorăm transmiterea, dacă nu chiar descoperirea, celor mai importante leacuri cunoscute înainte de secolul al XX-lea. Celelalte arte magice, mai ales prezicerea viitorului, au pus bazele unei pseudoștiințe, astrologia, prin intermediul căreia s-a creat știința autentică din ziua de azi (p. 248).

Pagina 60. * O anumită mărturie în sprijinul acestei teze ne-o oferă descoperirea unui mormint într-una din cele mai vechi așezări omenești, la Sialk, în Persia, unde singurele obiecte îngropate cu mortul erau două maxilare de oaie și un topor de platră.¹⁻¹¹

Pagina 60. ** Posibilitatea de a se practica agricultura se datorește faptului că cerealele, spre deosebire de carne, se pot păstra mai multă vreme atunci când oamenii sînt în măsură să-și confecționeze vase potrivite. În acest răstimp, grăunțele pot să încolțească, apoi să se altereze și să fermenteze. Efectul consumării lor în această stare trebuie să fi fost de asemenea apreciat, lucru confirmat și astăzi în regiunea Nilului superior. Se pare că oamenii au produs berea cu mult înaintea vinului.

Pagina 70. * Controlul distribuției cerealelor depozitate în temple este, probabil, cea mai veche formă de manifestare a forței economice. Mai târziu s-a ajuns să se păstreze în temple și alte bunuri, mai ales pietre prețioase și metale nobile; astfel, timp de mai multe mii de ani, templele au jucat efectiv rolul unor bănci. Acolo unde regele era și preotul suprem, ca în Egiptul și China antice, această funcțiune era îndeplinită de grănarele regelui. Cît de importante erau acestea în vremuri de foamete, se poate vedea din povestea lui Iosif și a fraților săi.

Pagina 77. * Plugul pare să fi avut o dublă origine. El s-a putut dezvolta atît din săpăligă, cît și din bățul cu capătul ascuțit cu care se scormonea pămîntul. În ambele cazuri, pămîntul era zgîriat sau scurmat, de parcă l-ar fi rîmat un porc; de aceea multe dintre vechile denumiri pentru plug și porc sînt identice. Plugul care intră adînc în pămînt și taie brazde s-a dezvoltat din acesta mult mai târziu.^{8-17a}

Pagina 83. * Prof. G. Thomson¹⁻¹⁷ a adus recent argumente foarte puternice în sprijinul tezel, susținute pentru prima oară de Duhem, că originea astronomiei trebuie căutată în organizarea socială totemică. Aceasta se referă mai ales la împărțirea boltei cerești în patru „case”, corespunzătoare împărțirii ginților, fiecare din ele fiind asociată cu un anumit animal-totem și cu o anumită culoare. Prin analogie, acest fapt explică și cele patru elemente, care, în special la chinezi, sînt asociate cu cele patru „case”.¹⁻¹⁷ Al cincilea element, central și regal, pămîntul galben, este o adăugire caracteristică. S-ar părea că ideologia sau teoria științifică reprezintă o adaptare la ceea ce pentru noi constituie lumea neînsuflețită a conceptelor derivate din viața socială, întocmai cum aplicarea practică a științei s-a realizat prin extinderea procedeelor tehnice ale omului primitiv. Cu toate acestea, uneori însăși tehnica dă naștere teoriei. În acest caz, roata este mutată în cer, identificată cu mișcarea întregului sistem ceresc, iar în amănunt cu carul soarelui, obiect de profundă adorație în epoca bronzului. Mistica roții, cu mișcarea ei de continuă revenire, s-a transformat într-o imagine a vieții omenești și într-o făgăduință de reînviere.

Pagina 105. * Prof. G. Thomson ¹¹⁷ definește civilizația folosind criteriul producției de mărfuri adoptat de Engels ¹¹⁸ și, în consecință, nu acceptă termenul de „civilizație” pentru așezările dinainte de epoca fierului. El merge mai departe, susținând că această definiție „este superioară celei tradiționale, curentă în rândurile arheologilor burghezi, potrivit căreia civilizația este «cultura orașelor»”. După părerea lui, scrierea și împărțirea în clase sînt caracteristici tot atît de generale ale civilizației, ca și dezvoltarea orășenească. În ce mă privește, cred că, așa cum rezultă din textul lui Engels, unde civilizația este opusă orînduirii gentilice, comunitare, Engels n-a intenționat de loc să limiteze noțiunea de civilizație la faza ei ultimă și într-adevăr cea mai dezvoltată, atinsă în orașele-state grecești. Fără îndoială că definiția „cultura orașelor” este pur descriptivă. Ceea ce se petrece într-un oraș nu poate fi înțeles decît în funcție de relațiile de producție și de diviziunea esențială a muncii, iar împărțirea în clase pare a constitui un element inseparabil și de primă importanță pentru existența orașului. Forma exterioară a orașului și structura lui socială s-au dezvoltat împreună și, după părerea mea, rezultatul acestei dezvoltări comune poate fi definit ca civilizație, caracterizare valabilă în aceeași măsură pentru Ur și pentru Atena, deși ele marchează două faze foarte îndepărtate una de alta în dezvoltarea civilizației.

Pagina 111. * Din săpăturile și descoperirile recente pare să reiasă limpede că între greci, cretani și civilizațiile mai vechi din epoca bronzului a existat o mult mai strînsă continuitate decît s-a crezut pînă acum. S-a stabilit o corespondență bine determinată între numeroase aspecte ale culturii din Creta și ale celei prehistice din Asia Mică. Cea mai revoluționară descoperire este aceea a lui Ventris, care a arătat că cretanii din ultima perioadă și micenienii din jurul anului 1500 î.e.n. scriau în limba greacă, folosind o scriere liniară provenită dintr-o scriere cretană mai veche. ¹¹⁹ Faptul că în dezvoltarea culturii aproape că nu au existat întreruperi demonstrează că vechii aheeni al lui Homer au fost în mare măsură influențați de cretani, de la care au preluat o organizare de stat și economică bine dezvoltată. Adevărata întrerupere trebuie să se fi produs în secolul al X-lea, cu venirea celui de-al doilea val de greci dorieni (spartani), cînd scrierea cretană pare să fi dispărut, fiind înlocuită cu cea feniciană. Chiar dacă pentru cea mai mare parte a Greciei continentale aceasta putea să însemne instaurarea unei epoci întunecate, nu este de presupus că în insulele grecești și pe țărmul Anatoliei, unde a apărut pentru prima dată știința greacă, a avut loc o întrerupere serioasă a dezvoltării culturii. Prof. G. Thomson aduce explicații convingătoare în sprijinul tezel că știința ioniană s-a dezvoltat direct din legendeale mesopotamiene. S-ar putea foarte bine ca principala condiție care a făcut posibilă „renașterea” greacă să fi fost impulsul pe care l-a dat unei vechi tradiții urbane o societate gentilică mult mai primitivă, evoluind rapid spre viața orășenească.

Pagina 125. * Școala lui Pitagora reprezintă prima îmbinare a calculului numeric, în esență de origine babiloneană, cu formele geometrice, care de mult deveniseră o specialitate a grecilor, deși și ele proveneau, probabil, din surse egiptene. Introducerea numărului deosebite geometria de desenul simplu și dă posibilitate să se introducă logica demonstrativă, principala contribuție a grecilor la dezvoltarea științei. Sînt foarte înclinat să cred, deși nu sînt destul de documentat pentru a o dovedi, că acest pas hotărîtor a fost determinat de transpunerea în domeniul matematicilor a metodei de argumentare logică folosită în procesele judiciare; aceste procese și nu sentințele regale caracterizau orașele-state mercantile. Noțiunea de dovadă dedusă din postulate și chiar raționamentul prin *reductio ad absurdum* par să-și albească originea tot în procedura folosită în fața tribunalelor. Q.E.D., *quod erat demonstrandum*, este argumentul decisiv care câștigă procesul în fața tribunalului rațiunii. Chiar dacă în afara domeniului

lul matematicilor s-a făcut abuz de noțiunile de demonstrație și generalizare, ele au reprezentat o pavăză împotriva gândirii confuze, pavăză pe care știința din vechea Indii și China nu a găsit-o niciodată.

Pagina 130. * Elaborarea unei astronomii multisferice, reprezentând o extindere a rotației simple a cerului, a fost o realizare atât de familiară anticilor și atât de mult dată uitării de către moderni, încât ne este greu să realizăm importanța hotărâtoare a acestui progres al științei. În timp ce pentru astronomia babiloneană exactă mișcarea astrilor reprezenta o problemă exclusiv matematică, un fenomen care se reducea la numere și formule fără a necesita o argumentare, concepția grecilor era pur vizuală și aproape palpabilă. Ei au încercat să construiască un model spațial al mecanismului ceresc. Desigur că o asemenea idee nu le-ar fi trecut prin minte dacă nu ar fi existat în vremea lor anumite mecanisme. Știm astăzi că grecii cunoșteau mecanismul ceasornicului și, de altfel, în tratatul pseudoaristotelic „Despre lume”, autorul folosește o analogie mecanică pentru a explica acțiunea lui Dumnezeu ca prim impuls.

„Căci el nu are nevoie nici de dibăcia, nici de ajutorul altora, așa cum se întâmplă cu conducătorii noștri pămînteni, care, din pricina neputinței lor, au nevoie de multe mâini pentru a-și îndeplini treburile; caracteristica principală a divinității este că poate să execute felurite munci cu ușurință și printr-o simplă mișcare, întocmai cum vechii maeștri ai unui meșteșug reușesc să efectueze, printr-o singură învîrtire a unui mecanism, mai multe operații diferite”.

El a înlăturat astfel necesitatea unei providențe care intră în toate detaliile și a deschis o controversă care continuă și în zilele noastre.

Pagina 148. * Mi s-a reproșat, cu oarecare temel, că l-am nedreptățit pe Aristotel. Atitudinea mea ar fi într-adevăr de neiertat dacă aș fi scris o istorie a filozofiei grecești sau, cel puțin, a științei grecești. Însă, avînd în vedere scopul acestei cărți, nu ne interesa în primul rînd ce anume a gândit sau chiar ce a scris Aristotel, ci mai degrabă ceea ce s-a crezut veacuri de-a rîndul că ar fi gândit el. Ceea ce a fost mai subtil și stimulator pentru gândire în opera lui Aristotel nu s-a bucurat de prețuire; în schimb, ceea ce a rămas au fost tocmai părțile superficiale și comune. Făcînd o apreciere mai îngăduitoare decît în textul lucrării, aș putea afirma că Aristotel a urmărit să dea o explicație biologică exactă, adică naturală a lumii ca un sistem în funcțiune. Chiar și logica lui, după cum subliniază Haldane, s-a născut ca urmare a greutateilor întîmplinate la clasificarea biologică. N-aș vrea să las impresia că influența dăunătoare exercitată de Aristotel asupra vieții intelectuale s-ar fi exercitat în mod conștient. De fapt, concepțiile lui au oferit arabilor și chiar scolasticilor pînă la Oresme, în secolul al XIV-lea, o viziune unitară despre o altă lume, precum și un stimulent pentru o gândire sistematică. Dacă Toma d'Aquino n-a preluat de la Aristotel spiritul de analiză și investigație, aceasta nu s-a datorit faptului că n-ar fi fost în stare să și-l însușească, ci faptului că era un bun creștin și nu voia să-l urmeze pe necredinciosul Averroes.

Pagina 152. * Am fost criticat pentru faptul că aș fi subapreciat contribuția adusă la progresul științei de către muncitorii liberi eleni și de metodele lor tehnice. Desigur că n-am avut intenția să fac acest lucru. În această problemă, principala dificultate a constat în lipsa de date, care nu se pot obține decît pe baza unor studii amănunțite; asemenea cercetări sînt însă prea risipite în numeroase lucrări ori abia urmează să fie făcute. Este posibil ca apariția volumului al doilea din „Istoria tehnologiei” să înlăture această lacună. Din ceea ce cunosc pînă acum nu pot decît să presupun că marele avînt al perfecționărilor tehnice a provenit în primul rînd din contopirea metodelor tehnice grecești cu cele din Siria, Persia și mai ales din Egipt. Posibilitatea de aplicare a unor mecanisme

care să ducă la obținerea unor venituri imediate, ca, de pildă, dispozitive de creare a unor iluzii în temple, lucrări hidraulice și ceasornice, a constituit, probabil, pentru inventatori un stimulent asemănător aceluia care a determinat crearea unor mecanisme de divertisment la curțile prinților în timpul Renașterii; de data aceasta, oamenii de știință nu au lucrat dezinteresat. Ei au descoperit astfel nu numai principiile hidrostaticii și pneumaticii, dar au perfecționat și diferite mecanisme și au creat altele noi.

Pagina 155. * Influența vechii tradiții matematice și astronomice a babilonienilor — discipline care cu greu ar putea fi separate — asupra științei elenice a fost, probabil, mai mare decât se consideră în mod obișnuit. În astronomie, continuitatea a fost recunoscută. Hiparh citează observații aparținând lui Kidinnu. Tradiția geometriei elene era însă stabilită încă de pe vremea lui Alexandru, iar îmbinarea ei efectivă cu metoda algebrică a fost realizată de arabi, fiind desăvârșită abia în vremea lui Descartes. Judecând după unele indicii de care dispunem, se poate afirma că în Babilon a continuat o vie activitate intelectuală încă cel puțin 1 000 de ani după domnia lui Nabucodonosor, la început sub dominația persană, apoi sub cea greacă și, în sfârșit, din nou sub dominația persană până în epoca Islamică. Această activitate intelectuală nu s-a limitat la o simplă păstrare a tradiției sau la o continuare a observațiilor; s-au realizat progrese reale, ca, de pildă, descoperirea precesiunii eclipticii de către Naburriannu în secolul al IV-lea î.e.n.

Pagina 159. * Prof. Rosenfeld pune la îndoială justetea explicației date faptului că producția capitalistă nu s-a putut dezvolta în epoca clasică. El consideră că această dezvoltare a fost împiedicată mai curând de lipsa unei acumulări inițiale. Nu pot fi de acord cu el. Jefeuirea Asiei trebuie să fi adus în secolul al III-lea î.e.n. tot atâtea comori ca jefuirea Indiilor de Vest și de Est în secolul al XVI-lea. După părerea mea, cauza constă mai degrabă în faptul că în lumea elenistă n-a existat în mod practic nici una dintre condițiile care au făcut posibilă dezvoltarea capitalismului în secolul al XVII-lea. Chiar dacă ar fi existat în Alexandria sau Antiohia acei mici industriași care au creat capitalismul, ei ar fi avut prea puține posibilități de a-și extinde activitatea într-un sistem de guvernare despotică în care se puteau câștiga bani mult mai ușor prin contracte cu statul sau prin comerț.

Pagina 166. * Prof. E. A. Thomson atrage atenția asupra afirmației făcute de autorul anonim al lucrării „De rebus bellicis”¹⁻⁴ din secolul al IV-lea, care atribuie decăderea, vizibilă încă din vremea lui, faptului că împăratul Constantin a jefuit comorile templelor și le-a distribuit nu bisericilor, ci armatei. Banii au ajuns curând în minile antreprenorilor și financiarilor, producând inflație și frământări sociale. Aceste efecte, care s-au dovedit de lungă durată, au fost o consecință neașteptată a victoriei creștinismului.

Pagina 168. * Aceasta s-a realizat prin folosirea unui plug greu cu 8 boi, celtic sau teutonic, reprezentând o modificare a plugului inițial fără roți sau simetric (vezi nota la p. 77), obținută prin mutarea unei cormane înapoia brăzdarului și transformarea celeilalte, precum și prin adăugirea, la grindeul plugului, a unui cușit care să tale stratul superior al solului și a unei tălpi care să împiedice brăzdarul să se adincească. Foarte curând a apărut o pereche de roți (de unde vine denumirea franceză *charrue*), dar caracteristica principală a acestui plug era că tăia un strat de pământ și-l răsturna în brazdă. El era greu de întors, de aceea pământul se cultiva în fișii lungi, nu în loturi pătrate, arate transversal, mai indicate pentru plugul ușor. Această invenție extrem de importantă pare să fi fost realizată de către barbari. În Danemarca s-a găsit un asemenea plug datînd din secolul al III-lea.

Pagina 179. * Sînt pe deplîn conştient de faptul că acest capitol asupra precursorilor ştiinţei moderne din cultura clasică, islamică şi medievală europeană este infracţiva unilateral. Pentru ca el să fie complet, ar fi trebuit să mă ocup în mod corespunzător de cultura din India şi din China. Ca justificare pot invoca faptul că nu dispunem încă de analizele necesare asupra istoriei culturii şi ştiinţei din aceste ţări şi că în stadiul actual ar fi prematur să spun mai mult decît am spus. În prezent, în China, mulţi savanţi se ocupă intens de această problemă, iar cîtoror englezi vor putea consulta în curînd tratatul monumental al lui Needham. În ceea ce priveşte India, cu istoria ei confuză şi aversiunea tradiţională faţă de o înregistrare precisă a evenimentelor, sarcina este mult mai grea şi, de altfel, abia acum începe a fi rezolvată. În legătură cu aceasta, am avut prilejul de a vedea în manuscris noua istorie a culturii indiene, scrisă de prof. D. D. Kosambi, prima lucrare, după părerea mea, care tratează just problemele respective.¹⁻³ Cele două mari civilizaţii, a Indiei şi a Chinei, prezintă asemănări remarcabile, dar şi deosebiri caracteristice. Începînd din al doilea mileniu, de pe o regiune destul de mică a ţării, respectiv din Punjab şi de pe cursul mijlociu al Fluviului Galben, popoarele ariene şi vechile popoare Han au răspîndit treptat cultura lor pe întregul teritoriu, fie prin asimilare, fie prin cuceriri. În China, aceasta s-a înfăptuit cu ajutorul organizării de stat birocratice introduse de Confucius, iar în India prin sistemul rural dominat de brahmanii. India a fost, totuşi, mult mai expusă cîmpirilor şi influenţelor culturale străine decît China, astfel că ea trebuie considerată mai tîrziu ca făcînd parte din grupul de culturi iranian-elenist-islamic. China, împreună cu culturile paralele din Japonia, Coreea şi Annam, formează de fapt un alt grup de culturi, care a făcut schimburi de idei şi de metode tehnice cu lumea elenistă, dar care pînă în vremea noastră n-a făcut niciodată parte din ea.

Pagina 182. * Hinduismul se deosebeşte de celelalte religii din lume prin lipsa unei dogme sau, mai degrabă, prin multitudinea dogmelor. Este atît de cuprinzător, încît poate conţine în acelaşi timp cel mai desăvîrşit ateism materialist şi animismul primitiv. Fiecare credincios este liber să-şi aleagă zeii şi ritualul. Pe de altă parte, hinduismul este cea mai exclusivistă religie în ceea ce-i priveşte pe adepţii săi. El nu este accesibil decît hinduşilor, iar în interiorul comunităţii religioase aceştia sînt riguros împărţiţi pe caste şi familii. Din pricina istoriei pline de frămîntări a Indiei în ultimii 800 de ani, hinduismul a trebuit să rămînă, în esenţă, o religie tradiţională, de acceptare a unei orînduirii sociale tot mai nedrepte şi mai incapabile. Abia în secolul nostru, prin eliberarea Indiei, hinduismul capătă posibilitatea să pună în valoare elementele sale pozitive şi să înlăture complicata reţea de tradiţii şi dogme.

Pagina 183. * Această interpretare a fost, într-o mare măsură, confirmată de pergamentele recent descoperite lingă Marea Moartă,¹⁻¹⁰ reprezentînd biblioteca unei asemenea comunităţi, care a înflorit între anii 160 î.e.n. şi 70 e.n. Legile acestei comunităţi erau specific comuniste. Cele mai grele blesteme erau sortite să cadă asupra acelor care, ca Anania din „Faptele apostolilor”, îşi ascund averea personală şi nu o aduc ca aport la fondul comun. În aceste documente se vorbeşte mult despre un învăţător al dreptăţii, care a fost persecutat. Nu s-a stabilit încă dacă este una şi aceeaşi persoană cu Hristos din istorie şi nici măcar dacă acesta a existat. De altfel, această problemă nu mai prezintă astăzi importanţa considerabilă pe care a avut-o de-a lungul veacurilor. Cert este acum că în acea epocă au existat în Iudeea numeroşi reformatori sau lideri ai rezistenţei, pe baze mai mult sau mai puţin religioase, mai mult sau mai puţin politice. În jurul unuia sau altuia dintre ei sau în jurul tuturor la un loc s-au putut cristaliza nădejdi şi credinţele mulţimilor de oameni asupriţi, crescuţi în tradiţia unui mesia şi a unui dumnezeu care a murit şi a înviat.

Aceste pergamente au mai pus în lumină un alt fapt remarcabil: influența religiei persane, cu opoziția ei dintre forțele binelui și răului și fângăduirea paradisului. Pe măsură ce întreagă această istorie va fi cunoscută, se va constata, probabil, că tradiția persană de identificare a religiei cu dreptatea socială are o continuitate neîntreruptă, inspirându-i atât pe maniheeni, pe mazdachiști, pe carmațieni, cât și pe bahaiștii din zilele noastre, și că aceasta a influențat profund dezvoltarea creștinismului.¹⁻¹¹

Pagina 190. * Deocamdată, istoria științei indiene în perioada de după dinastia Gupta reprezintă în cunoașterea noastră un gol, care va fi, probabil, în curând completat. Se pare că dezvoltarea ei s-a limitat, în cea mai mare măsură, la peninsula Indiei. Șesurile erau prea expuse invaziilor barbare, de pe urma cărora suferea și Europa în aceeași perioadă: cultura greco-persană a Indiei a fost distrusă. Invațiile au atins punctul culminant prin jafurile lui Mahmud din Gazni în secolul al XI-lea e.n. Se pare însă că Deccanul și regiunile situate mai spre sud au fost locul de întâlnire a unor culturi diferite: greco-romană, venind dinspre nord și de peste mări; arabă și persană, venite de asemenea pe mare; și chineză, adusă pe uscat de pelerinii budiști și de negustori străini de dincolo de mare. Dată fiind existența acestor factori stimulenți, nu este surprinzător că, într-o epocă de prosperitate și de progres cultural, geniul indian a reușit să realizeze o sinteză a cunoașterii, care, la rândul ei, a constituit un izvor de inspirație pentru știința islamică. Principala contribuție științifică a Indiei pare să fi aparținut domeniului matematicii și chimiei. Concepțiile matematice amintesc de modele chineze mai vechi prin forma lor și, poate și mai mult, prin erorile lor; se pare, totuși, că indienii au dezvoltat și idei de origine babiloneană.¹⁻¹¹

Pagina 196. * Contribuția Persiei la știința mondială a fost, desigur, subapreciată, deoarece cărțile s-au pierdut, iar alte documente nu există.¹⁻¹¹ De fapt, Persia împreună cu Asia centrală și nord-vestul Indiei ar trebui să fie considerate în istoria universală ca aripa cea mai de răsărit a expansiunii culturilor Egiptului și Babilonului în epoca bronzului, corespunzând aripii apusene formate de Grecia și Roma. Războaiele dintre greci și perși au prilejuit o importantă întrepătrundere a culturilor, care a continuat și după cuceririle lui Alexandru. În tot cursul evului mediu din Europa, Imperiul persan a constituit un bastion de apărare a civilizației împotriva valurilor de invazie barbare din sud-est, tot așa cum Imperiul roman fusese un bastion împotriva invaziilor din nord-est. Sub dinastia Sassanizilor și sub califii Abbasizi, știința a fost încurajată, extinzându-și domeniile de activitate. Numai folosirea limbii arabe nu lasă să se vadă prezența unui puternic element persan în știința islamică din răsărit, la fel cum se întâmplă cu elementul greco-roman în apus. Contribuția specială a persanilor pare să fi fost: în tehnică construcțiile arcuite, construcția de cupole și mașinile hidraulice, iar în știință observații astronomice și îmbinarea influențelor elene, babilonene și, într-o oarecare măsură, poate și chineze în dezvoltarea algebrei și trigonometriei.

Pagina 205. * Pentru a avea o imagine completă a contribuției chineze în chimie, va trebui să așteptăm apariția celui de-al cincilea volum din marea lucrare a lui Needham; ceea ce el a publicat până acum¹⁻¹¹ confirmă însă idelle privitoare la o metodă științifică generală, idei de cea mai mare importanță în istoria științei. Metoda chineză se apropie de cea ce Needham numește concepția analogică în știință. Este vorba de o analiză a naturii luate în ansamblul ei, fără a porni însă de la criteriul genezei sau al raportului dintre cauză și efect, ca în gândirea babiloneană-greacă, ci de la grupe sau serii de obiecte cu anumite însușiri comune. Astfel, în cadrul celor cinci elemente ale chinezilor, de pildă, apa se află alături de crustacee, de culoarea neagră, de gustul sărat, de nord și de iarnă; lemnul este în aceeași serie cu peștii, culoarea verde, gustul

acru, estul și primăvara ; focul cu păsările, culoarea roșie, gustul amar, sudul și vara ; metalul cu flărele, cu gustul acru înepător, culoarea albă, vestul și toamna ; în sfârșit, elementul principal, pământul, cu omul, culoarea galbenă și gustul dulce. Un paralelism împins și mai departe apare în trigramele sacre ≡, ≡ etc. Acest mod de a reprezenta tot ce există în natură în termeni de origine primitivă și totemică este destul de obișnuit și în gândirea occidentală, ca, de pildă, în elementele lui Aristotel și în concepția despre macrocosm și microcosm. Deși luat ca atare este un nonsens, acest mod de reprezentare poate avea o valoare în măsura în care arată calea urmată de știință. Probabil că fenomenele complexe ale chimiei n-ar fi putut fi înțelese în nici un alt mod ; în orice caz, aceasta este calea pe care s-a desfășurat progresul chimiei și nu aceea a gândirii cauzal-mecanice. Același lucru poate să fie valabil și în ceea ce privește biologia ; de altfel, și Needham caracterizează concepția chineză ca organicistă.

Pagina 211. * Expunerea mea asupra creștinismului medieval ar fi trebuit să aibă în vedere și cele două aripi : cea răsăriteană și cea apuseană. Importanța regiunii Elbei, care se întindea din Boemia pînă în Schleswig, a crescut de îndată ce comerțul occidental și-a deschis o plată nouă în țările slave și a început exploatarea bogățiilor plămîndale și forestiere din regiunea Baltică. Maurii au fost alungați treptat din Spania și din Portugalia, iar noile regate creștine au început să capete o importanță tot mai mare ca furnizoare de lînă și metale, precum și în comerțul maritim.

Pagina 211. ** În ce măsură sistemul feudal european a fost unic în felul său și de ce s-a întîmplat astfel — iată probleme de o deosebită importanță pentru dezvoltarea culturii. Răspunsurile la aceste întrebări vor arăta, probabil, de ce tocmai Europa înapoiată și nu o altă regiune a lumii civilizate avea să dea naștere capitalismului și științei moderne. În ce mă privește, presupun că această situație unică s-a datorit faptului că aici rămășițele ordinii Imperiului roman, transmise prin intermediul bisericii, s-au contopit cu cultura viguroasă și rodnică a barbarilor din nord — francii, germanii și scandinavii —, a căror orînduire gentilică se destrămase tocmai sub influența dizolvantă a bogățiilor romane. Solidaritatea de gîntă a fost înlocuită cu lealitatea față de o anumită persoană în schimbul unei compensații corespunzătoare, iar exploatarea sistematică a resurselor naturale, sub influența bisericii, s-a dovedit a fi un progres în comparație cu jaful primitiv. O ultimă formă a acestei tranziții este minunat descrisă în Sagile, unde se vorbește despre convertirea și înfeudarea vikingilor, poporul cel mai îndrăgostit de libertate, poate, din lume. Societățile cu orînduire gentilică neatinsă, ca cele din Irlanda și Scoția, s-au dovedit mult mai rezistente, reușind chiar să înglobeze în evul mediu pe feudalii normanzi în organizația gentilică. Totuși, noile forme de orînduire socială nu erau nicidecum impuse de sus ; ele erau mai curînd adoptate în mod conștient de căpeteniile ambițioase dornice să-și întărească astfel pozițiile și acceptate fără entuziasm, ca o alternativă mai bună în comparație cu viața liberă, reprezentînd un șir neîntrerupt de jafuri și crime. În regiunile cu o civilizație mai veche ale Imperiului roman, ca de pildă Italia, feudalismul n-a fost niciodată atît de puternic înrădăcinat, după cum n-a fost nici în teritoriile stăpînite de islam ; din punct de vedere militar și chiar economic, aceste regiuni s-au dovedit a fi însă mai slabe.

Pagina 226. * În ciuda numeroaselor critici ce mi s-au adus, rămîn totuși la părerea mea asupra caracterului limitat și static al științei în evul mediu. Cred că, dacă spațiul mi-ar îngădui, aș putea dovedi justetea punctului meu de vedere, însă în felul acesta aș depăși cu mult cadrul acestui lucrări. Aș fi putut, de pildă, să vorbesc mai mult despre școala impulsului, și îndeosebi despre Oresme, a cărui subapreciere profesorul Rosenfeld mi-o reproșează atît de aspru. Deși îl recunosc meritul de a fi fost cel

dintii traducător de lucrări științifice și filozofice în limba franceză — ceea ce avea să facă Chaucer pentru limba engleză —, ca și meritul de a fi adus o contribuție în economia politică prin adaptarea concepțiilor lui Aristotel în lucrarea sa „De mutationibus monetarum” („Despre schimbările banilor”), aportul său științific original îl consider anemic, fiind limitat, de fapt, la folosirea graficelor și la o definiție corectă a accelerației ca mișcare cu o viteză uniform variabilă. Nu l-am situat printre cei mai proeminenți oameni de știință, pentru că el n-a fost în mod conștient un inovator, ca Roger Bacon, și pentru că opera lui n-a fost continuată. Aceasta nu este o critică adusă lui Oresme însuși, ci epocii în care a trăit. În toiul războiului de 100 de ani și al frământărilor sociale din timpul jacheriei, Franța nu putea da prea mult pe țărîm științific. Oresme este mai degrabă un ultim reprezentant al evului mediu decît un precursor al Renașterii.

Pagina 228. * Același țel de a găsi o explicație cuprinzătoare și rațională a naturii și societății, precum și a relațiilor dintre ele, a fost realizat cam în același timp de Chu Hsi (1131—1200), ultimul dintre marii filozofi chinezi neoconfucienți. Concepția lui pare de asemenea să reprezinte o expunere concentrată și rațională a unei gândiri și tradiții seculare, care cuprinde atît daolismul mistic-naturalist, cît și vechiul confucianism convențional și formal. Ea se deosebește de sinteza occidentală prin insistența asupra armoniei și nu asupra ierarhiilor, precum și prin absența oricărei idei despre un dumnezeu diriguitor al lumii, reflectînd astfel deosebirea dintre birocratismul din China și autoritatea domnitorului din creștinism. Totul pare să-și găsească explicația cu ajutorul a două principii generale și universale, Ci și Li, aproape intraductibile, pe care Needham le redă prin noțiunile materie-energie și organizare.¹⁻⁴ Din aceste concepte s-au format apoi principiile de Ian și In (p. 205), cele cinci elemente (v. nota la p. 205) și celelalte laturi ale concepției științifice chineze despre lume. Aceste idei profunde, dar obscure, au avut mai tîrziu o oarecare influență asupra filozofiei europene prin intermediul lui Leibniz. Poate tocmai pentru că nu au dat dovadă de aceeași îndărătnicie ca sinteza aristotelică-tomistă, ele n-au stimulat niciodată o critică distructivă.

Pagina 231. * Este nefîndoielnic că nu împlîntor au interzis autoritățile chineze expedițiile întreprinse la începutul secolului al XV-lea de marele amiral Cheng Ho, care a navigat pe Oceanul Indian cu flote alcătuite din corăbii mari cu mii de oameni, a cucerit Ceylonul și a explorat coasta Africii. Din punct de vedere tehnic, chinezii aveau posibilitatea de a anticipa cu o sută de ani expedițiile lui Columb și ale conchistadorilor. Le lipsea însă mobilul principal: economia chineză nu avea nevoie de comerț cu țările străine. Cel mai remarcabil obiect de import al lor a fost o girafă, care însă nu i-a plăcut împăratului.

Pagina 234. * În recenta sa lucrare, Price¹⁻⁴ susține că fragmentele de bronz provenite dintr-o corăbie care s-a scufundat în secolul al II-lea î.e.n. ar fi niște părți ale unui mecanism complicat de ceasornic, de tipul ceasornicului care i se atribuie lui Arhimede. În colaborare cu Needham¹⁻⁴, Price a reconstituit un complicat ceas de turn chinez datînd din secolul al XI-lea, cu roți dințate și anker. Acest ceas, care în nici un caz nu era primul de acest tip, era destinat să reglementeze protocolul Curții Imperiale după mișcarea corpurilor cerești. Price și Needham presupun că primele ceasornice nu au fost construite în scopul de a indica ora, ci de a demonstra prinților anumite principii astronomice. În evul mediu ele au fost întrebuințate la început ca ceasornice în turnurile edificii importante ale orașelor; mai tîrziu au fost folosite în astronomie și navigație, ceea ce a făcut necesară o mai mare precizie a lor.

Pagina 259. * Este probabil că principalul factor material care a contribuit la succesul economic al Renașterii a fost o modificare, puțin studiată, a metodelor practice în agricultură, și anume: cultivarea plantelor de nutreț, ca lucerna, și, în consecință, posibilitatea de a întreține în timpul iernii un număr mult mai mare de vite. Cultura lor a început în Lombardia, unde a fost, poate, importată din răsărit în secolul al XIV-lea și se practica, îmbinată cu irigația, mai ales pe moștile aparținând negustorilor bogați de la orașe. Când aceste metode au fost preluate într-o formă perfecționată și de către Țările de Jos în secolul al XVI-lea, ele aveau un caracter capitalist mult mai clar. În sfârșit, în secolele XVII—XVIII, când au ajuns și în Anglia, ele au constituit baza revoluției agricole, care reprezenta o completare necesară a revoluției industriale (p. 334 și 360).

Pagina 279. * Se insistă astăzi asupra faptului că observațiile astronomice ale lui Copernic au fost puține la număr și inexacte, că, practic, întregul lui sistem nu era cu nimic mai bun decât acela al lui Ptolemeu pe care l-a alacat, că motivele care l-au determinat să se oprească asupra sistemului său au fost de ordin mistic și nu științific și că el nu și-a dat seama de consecințele noulor idei pe care le-a exprimat. Admițând toate acestea și chiar recunoscând că Copernic a fost ca astronom la fel de puțin remarcabil cum a fost Columb ca navigator, important în ambele cazuri este spiritul lor inovator, care și-a croit drum și a făcut școală. Acest spirit inovator este adevărata caracteristică a Renașterii și marchează ruptura decisivă cu evul mediu.

Pagina 287. * Fragmente pe care am izbutit să le descopăr ni-l arată pe Sturtevant ca pe un om multilateral, dar dezechilibrat. Îl vedem dînd sfaturi de conduită morală prințului Henry și încercînd, fără succes, să-l vîndă regelui Iacob I o armă secretă, un ciudat paralelism cu Napier, care înmăca același lucru în același timp. El a scris o carte „Debre Adam”, în care preconiza o metodă mecanică universală de învățare a limbilor străine, pe care — pretindea el — trebuie s-o fi folosit Adam pentru ca, într-o singură zi, să dea fiecărui animal un nume într-o limbă ebraică corectă. În orice caz, principiul enunțat reprezintă o anticipare a mașinilor electronice de traducere din ziua de azi.

Pagina 307. * Într-unul dintre atacurile sale periodice împotriva lucrărilor mele, profesorul Dingle folosește tocmai acest citat ca un exemplu pentru a-mi demonstra inconsecvența. El scrie: „(În timp ce) Bacon pune în mod clar lumina cunoașterii mai presus de invenții, care reprezintă aplicarea acestei cunoașteri la sistemele materiale, părerile preconcepute ale lui Bernal îl împing așa de departe, încît îl fac să citeze în sprijinul ideilor sale o afirmație al cărei sens e în direcția contrazicere cu ele”. În primul rînd, cred că profesorul Dingle înțelege greșit sensul afirmației lui Bacon. Acesta nu vorbește despre adevărul științei, ci despre lumina cunoașterii, calea de a descoperi lucruri noi. Omul la care se referă, cu modestia lui caracteristică, este el însuși. El pledează pentru lucrarea sa „Organon”, pentru organizarea cercetărilor experimentale. După părerea mea, acesta este adevăratul merit al lui Bacon, care-i dă dreptul la glorie în știință. Dar din criticile profesorului Dingle reiese și o greșită înțelegere a concepțiilor mele, pe care, oricît am încercat, n-am reușit să i-o risipesc, și anume că subapreciez importanța adevărilor științifice și că nu mă interesează decât aplicațiile lor practice. Ar trebui totuși să apară limpede din întreaga această carte, ca și din lucrările mele științifice, că eu consider posibilă stăpînirea conștientă a naturii numai în măsura în care sînt înțelese principiile care stau la baza manifestărilor ei. În consecință, am stăruit neconștient să se acorde un mai mare sprijin cercetărilor științifice fundamentale. De altfel, poate că nici nu este atât de important cum crede profesorul Dingle dacă se sprijină adevărul de dragul aplica-

tililor practice sau aplicațiile practice de dragul adevărului, de vreme ce este vorba de aceeași practică din ce în ce mai extinsă și de același adevăr din ce în ce mai cuprinzător.

Pagina 343. * Semnificația pe care o avea concepția lui Newton despre lume pentru religie n-a fost trecută cu vederea nici de adepții și nici de criticii săi. Între Leibniz și adepții lui Newton s-a desfășurat, începând din 1705 până în 1716, o puternică controversă, care a culminat prin publicarea corespondenței dintre doctorul în teologie Samuel Clarke (1675—1729) și Leibniz.¹¹ După cum relatează Voltaire, Clarke, adept înflăcărat al lui Newton și teolog liberal, n-a devenit arhiepiscop de Canterbury numai pentru că episcopul de Lincoln l-a declarat prințesa Carolina că, deși cel mai învățat și mai cinstit om din imperiul ei, Clarke avea totuși un cusur : nu era creștin. Discuția s-a purtat, în primul rînd, în jurul învinuirii că opera lui Newton ar fi contribuit la declinul credinței religioase naturale, mai ales datorită concepției acestuia asupra spațiului ca „sensoriu” al lui Dumnezeu. Această teză era interesantă din două puncte de vedere : teologic-politic și științific-filozofic. Ambele tabere încercau să demonstreze că concepțiile lor erau inofensive pentru biserică ; Leibniz a sesizat însă caracterul în esență revoluționar al filozofiei newtoniene și i s-a împotrivit pentru aceleași motive care l-au făcut pe Voltaire s-o îmbrățișeze. Din punct de vedere științific, discuția s-a purtat asupra noțiunilor de spațiu și timp, precum și asupra naturii unor forțe oculte ca aceea a gravitației. Aici, pentru moment, Leibniz a ieșit învins, dar argumentele sale critice au format o parte din tradiția care l-a inspirat pe Einstein în depășirea teoriei newtoniene.

Pagina 344. * Profesorul Dingle folosește această formulare pentru a combate teza mea asupra paralelismului dintre economia politică și ideologie, căreia îi reproșează că este în același timp și vagă, și incorectă. El pune întrebarea : dacă stabilirea unui ordinii dinamice de către Newton în locul ordinii statice a concepției greco-medievale a corespuns nașterii capitalismului, ce corespunde în secolul al XX-lea înțocarcerii lui Einstein la concepțiile statice ? Și tot el răspunde astfel : „Ar trebui deci să ne întoarcem astăzi la o ordine ierarhică fixă, în care fiecare om își cunoaște locul”. Îi sînt recunoscător profesorului Dingle pentru că mi-a atras atenția asupra unui paralelism care mi-a scăpat. Esența progresului științific din secolul al XX-lea o constituie, exprimîndu-ne matematic, noțiunea de funcție implicită și mai puțin cea de funcție explicită, sau, în vorbirea curentă, modul în care fiecare lucru este legat de toate celelalte. Societățile din trecut au avut o conducere centralizată sau au funcționat pe baza unui mare număr de relații de schimb independente între indivizi. Însăși natura statului industrial modern este aceea a unei organizații complexe cu nenumărate conexiuni, care, cu timpul, va impune un sistem socialist, iar acesta, la rîndul său, corespunde noului caracter al științei. Profesorul Dingle pretinde că aceste corespondențe ar fi de natură mistică, vrînd să spună prin aceasta că ele nu pot fi exprimate prin definiții și teze precise. Potrivit unei asemenea concepții, întreaga istorie, în măsura în care depășește caracterul unei cronici, precum și întreaga știință socială, sînt mistice. Eu susțin însă că și una și alta au un conținut real și că modalitățile generale de gîndire pot fi transferate din domeniul științific în cel social și invers. Formularea lor este prețioasă prin faptul că permite oamenilor să înțeleagă ceea ce fac sau gîndesc.

Pagina 363. * Obiectivul academiiilor germane era orientat într-o mai mare măsură spre problemele practice decît ar putea apărea din aceste observații. Toate programele lor prevedeau studiul resurselor naturale, în special al mineralelor. Leibniz însuși, care dorea renașterea națională și lingvistică a Germaniei, nu le-a trecut nici el cu vederea. El a prevăzut chiar linia principală a progresului, afirmînd că „germanii s-au distins

Întotdeauna în domeniul exploatărilor miniere, de aceea Germania ar trebui să devină mama chimiei". În tot cursul secolului al XVIII-lea, nobili și funcționari zeloși s-au ocupat — în cadrul academíilor sau pe lângă ele — de îmbunătățirea agriculturii și industriei. Această activitate nu era considerată ca o pledică în calea creației artistice. Una dintre cele mai frumoase poezii ale lui Goethe, „Über allen Gipfeln ist Ruh"¹, a fost concepută în timpul unei călătorii de inspecție în mine.

Pagina 368. * Se pare că este o regulă generală ca în fazele sale inițiale fiecare produs nou sau metodă nouă care răspunde unei nevoi să se dezvolte în progresie geometrică, așa încît ajunge să se dubleze, să spunem, într-un anumit număr de ani. Se poate lua drept criteriu al unei revoluții cazul cînd această perioadă de dublare este mai scurtă decît viața unei generații omenești. Aceasta se aplică, fără îndoială, la producția de cărbune, bumbac, fier și mașini cu abur în cadrul revoluției industriale, perioadele medii de dublare fiind respectiv de 20, 6, 10 și 18 ani. O creștere mai mică duce la transformări pe care nu le observă decît istoricii. Firește că nici o creștere, și mai ales una înaltă, nu se poate menține la infinit. O dată cu apropierea de punctul de saturație, creșterea rămîne un timp constantă, apoi începe să scadă, tinzînd spre 0. Într-o economie în declin, ca și într-una înfloritoare, în care noile produse apar pe piață unul după altul și la scurte intervale, stadiul final este tot descreșterea și epuizarea. După cum a arătat Price, această lege a progresiei geometrice se aplică foarte bine și cunoașterii, care poate fi măsurată după numărul lucrărilor publicate. Actuala revoluție științifică se caracterizează prin dublarea numărului lor din 10 în 10 ani.¹⁻⁴ Concluzia lui Price că acest proces nu poate continua pînă cînd întreaga lume va fi formată numai din oameni de știință, este, desigur, justă, dar va mai trece multă vreme pînă nu va mai rămîne nimeni care să nu citească ziarele.

Pagina 371. * Dintre celelalte regiuni industriale, West Riding, cu o bază solidă formată din producția mai veche de postavuri și cuțitărie, a fost cuprinsă ceva mai tîrziu de mișcarea revoluției industriale.¹⁻¹⁶ South Wales, împreună cu regiunile Cornwall și Severn, bogate în staniu și cupru, inclusiv renumitul Coalbrookdale, pus în valoare de familia Darby,¹⁻¹⁶ au fost centre secundare importante mai ales pentru dezvoltarea mașinilor cu abur și a metalurgiei fierului.¹⁻¹¹; ¹⁻⁷

Pagina 376. * Una dintre primele încercări de a aprecia consecințele forțelor interatomice a fost aceea a lui Ruger Boscović (1711—1778), un preot iezuit sîrb, profesor de matematică la Roma.¹⁻¹ El a presupus existența unor atomi punctiformi, înconjurați de cîmpuri de forțe, care la distanțe foarte mici se resping, la distanțe foarte mari se atrag, iar la distanțe intermediare se pot alternativ atrage sau respinge. Tocmai sub această formă acționează forțele interatomice așa cum le cunoaștem azi; putem chiar folosi unele dintre expresiile introduse de Boscović. Deși geniul lui a fost recunoscut, teoriile sale erau prea complexe în raport cu datele disponibile în vremea aceea și mulți ani mai tîrziu; iată de ce ideile sale n-au exercitat o influență deosebită asupra dezvoltării generale a științei.

Pagina 420. * Se pare că Watt n-a făcut decît să folosească regulatorul, care exista mai de mult, inventat fiind de un anonim constructor de mori pentru reglarea vitezei de rotație a pietrelor de la morile de apă.¹⁻¹⁷

Pagina 425. * Ideea echivalenței diferitelor forme de energie și a conservării lor este mult mai veche. Ea a fost formulată de către Leibniz în 1715, în prima sa scrisoare în care ataca filozofia newtoniană. „După

părearea mea, în lume rămâne permanent aceeași forță și energie care nu face decât să treacă de la o parte a materiei la alta, conform legilor naturii și minunatei ordini prestabilite".⁶⁻¹ Totuși, această teorie, expusă sub forma unei demonstrații esențialmente teologice și într-o vreme cînd nu exista mașina cu abur care i-ar fi putut oferi o aplicare practică, avea să rămînă timp de peste un secol în stare de lincezeală.

Pagina 430. * Principiul strungurilor de filetat cu cărucior nu era nou. Constructorii de mașini de la începutul secolului al XIX-lea n-au făcut decât să descopere din nou și să adapteze la prelucrarea grea, dar folositoare a oțelului ceea ce ingenioșii strungari-artiști în lemn, fildes și alamă descoperiseră încă în secolul al XVI-lea și al XVII-lea. În Muzeul Ermitage din Leningrad se mai pot vedea și astăzi strungurile semiautomate cu dispozitive de copiat lucrate cu multă măiestrie, pe care Petru cel Mare le folosea mai ales la confecționarea medaliilor și a candelabrelor.

Pagina 479. * Această referință la Claude Bernard este cu totul nepotrivită. Cu toate că în timpul vieții n-a stîrnit prea mare senzație, deoarece descoperirile sale din domeniul fiziologiei nu aveau o aplicație practică imediată, aceste descoperiri aveau să constituie mai tîrziu baza întregii fiziologii și biochimiei moderne, atît a operei lui Pavlov, cît și a lui Hopkins. Mai mult decît atît, lucrarea sa „Introducere în studiul medicinei experimentale”⁶⁻⁷ rămîne un exemplu aproape unic de analiză a procedeelor științifice, făcută de un om care era mai degrabă un mare savant creator decît un filozof. Pe măsură ce trece timpul, influența lui asupra științei va crește tot mai mult.

Pagina 495. * Unii dintre criticii mei se îndoiesc că se poate vorbi despre o a doua revoluție în știință în secolul al XX-lea, invocînd faptul că în acest caz nu a avut loc o întrerupere în continuitatea cercetărilor, așa cum s-a întîmplat în intervalul dintre epoca antică și Renaștere și nici nu s-a produs o încetinire sensibilă a ritmului dezvoltării. Dar noțiunile de revoluție și continuitate sînt inevitabil relative. Alți critici m-au atacat tocmai pentru că aș fi subestimat continuitatea dintre gîndirea medievală și cea a Renașterii. Eu cred însă că, dacă admitem termenul de revoluție într-un caz, trebuie să-l admitem și în celălalt. Unor descoperiri ca mișcarea de revoluție a Pămîntului și circulația singelui, telescopul și pompa de vid și răsturnării vechilor concepții în domeniile respective le putem opune astăzi descoperirea nucleului atomic, teoria relativității, teoria cuantelor, precum și descoperirea proceselor biochimice și a structurilor interne a celulei, microscopul electronic și mașinile electronice de calcul. Dacă adăugăm la acestea accelerarea bruscă a ritmului întregii activități științifice și a aplicărilor practice a științei, de la fisiunea nucleară și televiziune pînă la biruirea bolilor, apare limpede că, dacă aceasta nu este o revoluție în știință, atunci niciodată nu a existat o astfel de revoluție. Totuși, obiecția că cele două revoluții nu sînt comparabile ar putea fi întemeiată într-un alt sens. Prima revoluție a descoperit metoda științifică, a doua n-a făcut decît s-o aplica. Noul caracter revoluționar al secolului al XX-lea nu poate fi limitat la știință; el este și mai bine ilustrat de faptul că abia în zilele noastre știința a început să domine industria și agricultura. Poate că ar fi mai just ca această revoluție să fie denumită prima revoluție științifică-tehnică (p. 502).

Pagina 535. * Într-o recenzie critică, profesorul Rosenfeld pretinde că n-am apreciat pătrunderea genială a gîndirii lui Mach în domeniul fizicii, ci l-am condamnat pur și simplu pentru filozofia sa pozitivistă.⁶⁻⁸ Dacă aș fi scris despre lucrările sale de mecanică și hidromecanică, atît de importante în această eră a zborului supersonic, i-aș fi recunoscut toate meritele. Aici însă nu m-am ocupat decît de efectele pe care le-a avut abordarea sa în esență subiectivistă și senzorială a teoriei fizicii, de pildă

antiatomismul său, care, după părerea mea, a adus și va mai aduce multe prejudecii fizicii.

Pagina 537. * Profesorul Rosenfeld afirmă că mi-ar fi scăpat din vedere faptul că teoria cuantelor a fost o strălucită sinteză a dialecticii materialiste, în care determinismul a fost înlocuit printr-o cauzalitate statistică. Mărturisesc că, poate, datorită faptului că nu sînt un specialist în fizica teoretică, deși recunosc natura dialectică a teoriei cuantelor, consider totuși că ea are un caracter mai curînd formal și subiectivist decît materialist și, alături de un mare număr de eminenți fizicieni, prefer să mă abțin de la orice aprecieri asupra aspectului ei filozofic (p. 608).

Pagina 547. * În 1933 Pauli a recurs la ideea unei asemenea particule lipsite de sarcină pentru a explica pierderea aparentă de energie în dezintegrarea β . Totuși, neutrino n-a fost detectat, rămînînd aproape ipotetic timp de 23 de ani. Deși se ajunsese la înțelegerea faptului că radiația de neutrino, dacă există, trebuie să fie prinită pe pămînt în cantități uriașe de la Soare, din cauza interacțiunii extrem de mici dintre neutrino și materia obișnuită el n-a putut fi detectat decît recent, cînd s-a perfecționat un utilaj foarte minuțios și sensibil. Aceasta este o admirabilă dovadă a convergenței teoriei și practicii în fizica nucleară.

Pagina 560. * De la apariția primei ediții, d-na Hodgkin, căreia îi datorăm în mare măsură descoperirea structurii penicilinei, a condus un alt colectiv care a studiat structura vitaminei B₁₂ în vederea combaterii anemiei pernicioase. Această moleculă complicată, care conține atît spirale lungi cît și inele, a fost analizată în întregime, făcîndu-se doar ocazional apel la chimie. Această analiză a fost posibilă numai prin folosirea intensă a mașinilor de calculat. Se pare că dispunem astăzi de o metodă sigură, deocamdată însă costisitoare și lentă, pentru determinarea structurii multora dintre moleculele complexe cele mai importante din biochimie și în cele din urmă chiar a proteinelor.

Pagina 567. * Meteorologia a înscris o nouă pagină în istoria ei în 1946, o dată cu folosirea cristalelor pentru provocarea ploii. Cu toate că această metodă este încă departe de a fi sigură, ea marchează prima intervenție conștientă a omului în evoluția vremii. Bowen pretinde că direle de pulbere lăsate de meteori ar avea același efect, aducînd astfel ploaie în anumite zile ale anului pe tot cuprinsul globului. * b Dacă aceasta este adevărat, înseamnă că condensarea provocată de explozia bombei atomice nu numai că poate determina ploaia radioactivă, dar reprezintă și o intervenție neintenționată, de marl proporții, a omului în mersul vremii.

Pagina 570. * În capitalism, problema esențială a finanțării invențiilor în primele lor faze depinde, după cum am arătat și la p. 444 și 507, de perspectiva de profit pe care le oferă investiția. Chiar și depunerile la bănci cu o mică dobîndă, ca, de pildă, 3%, sînt mai rentabile decît investiții în operații care vor aduce profit abia după 30 de ani. Chiar și în acest caz ar trebui ca profiturile să fie de cel puțin zece ori mai mari decît investițiile inițiale, pentru ca operația să intereseze. Dacă rezultatul nu este absolut sigur, posibilitățile de a găsi oameni care să finanțeze proiectul în primele faze ale cercetărilor sînt și mai reduse. Nu prezintă interes decît proiectele care asigură profituri rapide și, cu excepția unor domenii ca antibioticele, asemenea proiecte se bazează rareori pe principii fundamentale noi. Dacă banii se dau cu țiriți, dificultățile tehnice tind să frîneze nolle descoperiri, astfel că operația devine și mai puțin rentabilă. Chiar și cînd este vorba de invenții brevetate, profitul final trebuie realizat cît se poate de repede, căci după aceea invenția intră pe mîna capitaliștilor prudenți care nu investesc bani decît în afaceri sigure. În consecință, chiar și în secolul al XX-lea, durata medie de la elaborarea ideii

de bază pînă la rentabilizarea ei economică este cam de o generație. Situația ar fi cu totul alta dacă ar interveni un factor posesor de uriașe fonduri de investiții, care în zilele noastre nu poate fi decît statul. Investind mai mulți bani la început, chiar dacă cea mai mare parte s-ar pierde în încercări ratate, perioada de valorificare a restului investițiilor s-ar reduce atît de mult, încît acestea ar fi rentabile chiar și la dobînzî ridicate. În măsura în care statele socialiste reușesc să facă față dificultăților inițiale, ele vor cîștiga întrecerea în domeniul progresului industrial, afară numai de cazul cînd statele capitaliste și-ar schimba obiceiurile sau chiar întreaga natură pentru a putea ține pasul cu ele.

Pagina 573. * Chiar și astăzi, la mai mult de zece ani de la terminarea războiului, producția de avioane militare reprezintă cam 90% din industria aeronautică. În același timp, perfecționarea tuturor dispozitivelor noi, utile în ultimă instanță aviației civile, ca motoarele cu reacție, aripile cu anvergură variabilă etc., se efectuează în cadrul comenzilor pentru înarmare, ceea ce înseamnă o subvenție deghizată. O dată cu dezarmarea generală nu există nici un motiv să credem că aviația civilă n-ar putea fi rentabilă, chiar dacă unele firme ar trebui să se mulțumească cu profituri mult mai scăzute.

Pagina 578. * Folosirea chimiei industriale pentru producția de îngrășăminte este astăzi și va fi și mai mult în viitor un factor de seamă în sporirea producției alimentare mondiale necesare unei populații în continuă creștere. Prin îngrășăminte nu înțelegem numai azotații și fosfații, care suplinesc elementele nutritive ale solului, ci și alte preparate pe bază de polimeri care stabilizează structura solului și transformă un pămînt sărac într-unul fertil. Avîndu-se la dispoziție energie abundentă, cantitatea de îngrășăminte de ambele categorii poate fi sporită îndeajuns pentru ca toate pămînturile să devină la fel de fertile ca cele din Anglia și din Danemarca de azi.

Pagina 580. * Nolle metode de polimerizare cu ajutorul catalizatorilor solizi par să depindă de un alt mecanism, în care nolle molecule sînt oarecum trase sau desfăcute de pe catalizator. Producția acestor așa-numiți polimeri izotactici cere presiuni și temperaturi mai mici decît în cazul reacțiilor în lanț și realizează polimeri mai regulați și de calitate mai bună. Cauciucul sintetic produs în acest mod este realmente mai bun decît cauciucul natural.

Pagina 583. * În aceste țări se pune un accent deosebit pe căutarea resurselor naturale, implicînd ca o condiție primordială pregătirea de geologi, deoarece descoperirea acestor resurse determină cea mai judicioasă repartitie teritorială a industriei.⁸⁻⁹ La exploatarea unei regiuni vaste se pot irosi sume uriașe și mari cantități de materiale costisitoare dacă nu se știe dinainte unde anume se găsesc materiile prime în abundență.

Pagina 584. * Prima etapă, adică faza de studiu, a unei asemenea colaborări a și început sub egida Organizației Națiunilor Unite, în special prin UNESCO. S-au întreprins cercetări comune asupra zonei tropicale secetoase și a regiunilor tropicale cu ploii abundente. În cadrul Anului Geofizic Internațional (1957) s-au întreprins observații și cercetări coordonate asupra fenomenelor atmosferice, mai ales în Antarctica.

Pagina 598. * Tendința spre colaborarea internațională în domeniul fizicii nucleare a fost, la început, unilaterală, ducînd la înființarea provizorie în 1952 și oficial în 1954 a Centrului european de cercetări nucleare (Centre Européen de Recherches Nucléaires), cu participarea a unsprezece guverne europene, dar cu o conducere esențialmente științifică. Cel mai important institut pentru lucrări experimentale se află la Geneva, unde se construiesc cîțiva acceleratori de particule; cel mai mare, de 25 MeV, a intrat în

funcțiune în 1960. S-au făcut de asemenea propunerii pentru ca centrul de cercetări nucleare al S.U.A. de la Brookhaven să fie transformat într-un centru comun al țărilor (nesocialiste) din cele două Americi și din Asia. În 1956 s-a înființat la Dubna (U.R.S.S.) un alt centru internațional de cercetări nucleare, din care fac parte tot unsprezece state, de la R.D.G. până la Coreea. Acesta va dispune de asemenea de acceleratori mari, între care actualul sincrofazon de 10 MeV.

Ambele centre sînt destinate numai studiului aplicării pașnice a energiei atomice. Deși pînă în momentul de față (1956) nici un stat nu face parte din ambele centre de cercetări, există totuși între aceste centre o oarecare colaborare în domeniul informării. Trebuie să sperăm că această colaborare va deveni cu timpul mai strînsă și mai oficială. Cercetările de mare anvergură în domeniul fizicii nucleare depășesc astăzi mijloacele celor mai multe state, astfel că ele nu pot participa la asemenea cercetări decît în cadrul unei astfel de colaborări.¹⁻³

Pagina 600. * Studiul cristalelor piezoelectrice folosite la oscilatoarele cu cristal a dus la descoperirea unor substanțe cu constante dielectrice foarte mari, numite feroelectrice, prin analogie cu substanțele feromagnetice, ca fierul. S-a descoperit de asemenea un fenomen nou, antiferomagnetismul, în care magneții elementari sînt dispuși în sensuri contrare și nu în același sens. S-a demonstrat, pe de altă parte, că proprietățile semiconductoarelor sînt extrem de sensibile la impurități — s-au putut detecta adaosuri mai mici de o milionime —, iar prin metode pur fizice, ca aceea a topirii zonale, s-a realizat o puritate mult mai mare decît au cerut cîndva chimiștii.

În domeniul proprietăților mecanice s-a acordat o mare atenție producerii și comportării dislocațiilor care provoacă deformarea plastică a materialelor. Se pare că nu se pot produce piese mai mari fără dislocații, dar s-a descoperit recent că cristalele filiforme, pe care le pot forma multe metale și alte substanțe supuse unui tratament corespunzător, conțin o singură dislocație lungă în formă de spirală (planșa 2) și sînt extrem de rezistente la deformare. Aceasta poate constitui un mijloc de a obține materiale extensibile cu o rezistență fără precedent.

Pagina 601. * În America, Uniunea Sovietică și Marea Britanie funcționează astăzi prototipuri de mașini de tradus; era și timpul ca ele să fie introduse, deoarece nu ne mai putem aștepta ca traducătorii să facă față nevoilor acum, cînd numărul limbilor în care se publică lucrările științifice și tehnice și ritmul apariției acestora cresc cu fiecare zi. Ținînd seama de considerentele de ordin economic, se pare că trei sau patru asemenea stațiuni ar putea deservi lumea întreagă, pornind de la un singur exemplar de bază, scris într-un cod pur simbolic sau numeric de tipul caracterelor universale ale episcopului Wilkins. Desigur că nu poate fi vorba de o transpunere literară desăvîrșită, dar trebuie să existe unele garanții că sensul conținutului nu va fi denaturat. În cele din urmă, mașini de tradus vorbitoare portabile, de format mic, ar putea face posibilă înțelegerea între persoane care vorbesc limbi diferite.

Pagina 662. * Aceste studii, în special continuarea cercetărilor în organocultura inițiată de Carrel (1873—1944), au și început să aibă importante aplicații în chirurgie și promit să fie și mai utile în viitor. Acordîndu-se o deosebită atenție condițiilor de asepse și perfecționării utilajului mecanic de sutură, devin posibile operațiile de transplantare a organelor la animale și chiar la oameni. Astfel, a fost complet vindecat un braț aproape tăiat care nu se mai ținea de corp decît printr-o bucată de piele. Un cîine al cărui picior amputat a fost păstrat în frigider timp de două luni aleargă astăzi ca și cum nimic nu i s-ar fi întîmplat. Au fost utilizate cu succes transplantări de inimă și chiar inimă mecanice. Nu va mai trece

mult și prin aceste operații se va putea ajunge la o importantă reducere a mortalității și invalidității datorite accidentelor sau bolilor localizate la anumite organe.

Pagina 663. * Astăzi este neîndoiește că persoanele care fumează mult au o mai mare predispoziție la cancer pulmonar, dar s-ar putea să mai influențeze și alți factori, ca, de pildă, gazele de la motoarele diesel. Până în prezent, nici un guvern nu s-a încumetat să întreprindă acțiunea ne-populară de a-i împiedica pe cetățenii săi să se sinucidă în chipul acesta deosebit de neplăcut, mai ales că aceasta ar însemna și o reducere a veniturilor sale.

Pagina 669. * Aceste metode oferă, așa cum am mai arătat (p. 601), o posibilitate de a realiza cîndva o comunicație directă. Grey-Walter a arătat că curentul generat în creier printr-un impuls poate fi folosit pentru a declanșa un alt impuls. De aici nu mai este mult pînă să se descopere cum se poate produce un semnal exterior numai prin gîndire și apoi, printr-un anumit cod, să se obțină chiar comunicația directă prin gîndire. Se poate spera că printr-o asemenea metodă gîndurile omului vor putea fi transmise mai repede decît cu ajutorul vorbirii, atingîndu-se cel puțin viteza citirii.

Pagina 694. * Politica inițiată de Uniunea Sovietică și aplicată astăzi în China și India se bazează pe înțelegerea faptului că asigurarea unei producții alimentare corespunzătoare este strîns legată de concentrarea populației în orașe. Acolo se pot produce, prin metode intensive, mijloace de producție, mașini și îngrășăminte — în vederea extinderii suprafețelor cultivate și a practicării unei agriculturi raționalizate la cel mai înalt nivel —, precum și bunurile de consum necesare pentru o populație agricolă mai puțin numeroasă, dar cu un nivel de trai mai ridicat. Oriunde s-ar adopta pe plan general chemarea mistică „înapoi la coarnele plugului”, s-ar ajunge — chiar cu actuala densitate a populației — la foamete endemică. ⁶⁻¹¹

Pagina 720. * Profesorul Gordon Childe a publicat de curînd o lucrare interesantă și cu un bogat conținut de idei, în care, folosind experiența pe care a acumulat-o în domeniul antropologiei și arheologiei, analizează aceste valori și arată că ele sînt determinate de o îndelungată tradiție socială care s-a dezvoltat încet. ⁶⁻¹¹ El constată că aceasta se aplică îndeosebi cunoașterii și „adevărului”, îndeosebi adevărului evident, care, departe de a fi absolut, este întotdeauna privit dintr-un punct de vedere condiționat de societate. Childe aduce argumente solide în sprijinul tezei că și categoriile gîndirii sînt determinate pe cale tradițională prin intermediul limbajului. Toate limbile sînt croite pe tiparul tehnicii epocii de piatră, cînd oamenii nu stăpîneau nici o altă forță motrică în afară de, aceea a mușchilor lor. Limbile fac o mică deosebire între obiectele neînsuflețite și cele în-suflețite, și una și mai mică între acestea din urmă și oameni. Acțiunile se confundă cu însușirile și aîndouă se identifică cu lucrurile. Childe definește realitatea ca o activitate creatoare sau un proces de creație: „Funcția cunoașterii este de natură practică, aceea de a călăuzi acțiunea. Succesul speciei umane, singura societate cunoscută care e formată din flinte înzestrate cu cunoștințe..., este de ajuns pentru a demonstra că se poate obține o cunoaștere suficientă”. Cunoașterea perfectă, adevărul absolut și lumea supersenzorială a ideilor nu sînt decît ficțiuni, așa cum este centaurul. Nici un om care n-a încercat să pătrundă cel puțin tot atît de profund ca Childe în istoria omenirii nu are dreptul să pună la îndoială asemenea concluzii.

Pagina 731. * Aceste puține cuvinte cu privire la știința socială islamică sînt evident cu totul insuficiente și disproporționate față de expunerea consacrată creștinismului. Aceasta se datorește în mare parte ignoranței mele. Dacă aș fi avut timp și pregătirea necesară, mi-ar fi plăcut să studiez evoluția doctrinei sufiste, care este, după cum se pare, de origine indiană sau persană și, datorită lui Raimondus Lullus și altor mistici, a avut o mare influență asupra gîndirii creștine. O teorie asemănătoare asupra lubrilii, deși de data aceasta mai curînd de natură umană decît divină, a constituit baza filozofiei mohiste în China.

Pagina 743. * Această încredere în bunul-simț al omului de rînd și credința în decăderea nobilimii și a clerului au inspirat în mare măsură gîndirea prerevoluționară, de la picturile lui Goya pînă la operele lui Mozart. Figaro al lui Beaumarchais este tipul omului nou pe punctul de a-și face apariția în arena politică. Egalitatea între toți oamenii a fost un principiu de bază și la francmasoni, ale căror idei au găsit răsunset în secolul al XVIII-lea în toate țările vest-europene.

Pagina 744. * Această afirmație generală a lui Bentham pare să fie doar o atitudine adoptată pentru public. După cum ne-o arată notele lui publicate recent, el a nutrit în realitate concepții socialiste avansate.¹³

Pagina 874. * După cum a arătat Needham, pseudoștiințele din China s-au dovedit surse foarte prețioase pentru adevărata știință, cu toate că mai tîrziu s-au dovedit a nu mai fi de nici o utilitate.¹⁴ Astfel, din geomanție s-a născut busola și, în parte, geologia. Diferite forme de a prezice viitorul au dus la jocuri ca șahul și jocul de cărți, dar și la dezvoltarea matematicii, în special prin trigramă și hexagramă.

Pagina 888. * Punctul culminant al culturii indiene pare să dateze din secolul al III-lea î.e.n., de pe timpul lui Așoka, deși arta și știința continuă să se dezvolte pînă în secolul al IX-lea. În China, perioada productivă este mai lungă, deși s-ar putea ca aceasta să se datoreze faptului că documentația este mai bună. Cea mai mare înflorire intelectuală a fost în secolul al V-lea î.e.n., dar idei noi au apărut pînă în secolul al XII-lea î.e.n. Înflorirea culturii islamice a fost strălucită, dar de scurtă durată; ea este cuprinsă, în linii mari, între secolele al IX-lea și al XII-lea. Se pare că în toate cazurile aceste civilizații au depășit punctul culminant al forțelor lor creatoare și au căzut în mlaștina tradiției încă mai înainte ca progresul lor pe vechile linii de gîndire să fi devenit imposibil datorită intervenției ultimului invadator: cultura europeană, care a început să-și exercite influența abia în secolul al XII-lea.

Pagina 905. * Raportul lui De Witt despre cadrele de specialiști din Uniunea Sovietică prezintă astfel situația din Uniunea Sovietică și din S.U.A. în 1953: ingineri: 500 000, respectiv 530 000; medici: 280 000 și 200 000; specialiști în agricultură 170 000 și 150 000. Dacă ținem seama de faptul că pentru înlocuirea numărului de specialiști care dispar în mod natural este necesar un spor anual de 4%, ajungem la concluzia că, la ritmul actual — anul 1956 — de formare a specialiștilor în U.R.S.S., numărul lor va crește pînă în 1966 cu încă 50%; acest nivel nu va fi atins de Statele Unite sau de Marea Britanie decît mult mai tîrziu, afară numai de cazul cînd se vor lua măsuri drastice pentru dezvoltarea sistemului de învățămînt tehnic. În ce privește inginerii, este mai concludent să se raporteze numărul specialiștilor la producția principalelor mărfuri, ca, de pildă, oțelul. Numărul de ingineri raportat la 1 000 de tone de oțel produse în 1955 a fost în U.R.S.S. de 11,8, în S.U.A. de 3,8 și în Marea Britanie de 3,1.

Pagina 913. * Efectele negative ale obligativității secretului sînt de două feluri: vizibile și ascunse. Să faci cercetări conștient fiind că nu ai acces la informații esențiale este profund dăunător și descurajant. Să nu poți da publicității rodul activității tale și, ca atare, să nu beneficiezi de experiența și critica celorlalți înseamnă să ajungi la o și mai accentuată îngustare și încetinire a cercetărilor. Aceste două tendințe sînt și mai pronunțate atunci cînd, așa cum se întîmplă mai ales în domeniul cercetărilor militare, la obligativitatea secretului se mai adaugă și măsurile de securitate, astfel încît viața, comportarea și relațiile omului de știință sînt supuse neîncetat unei supravegheri secrete. Această situație nu numai că-i face pe oamenii capabili și cu spirit independent să renunțe la astfel de posturi, dar exercită asupra celor care nu le părăsesc o influență psihologică dăunătoare, chiar dacă ei cred sincer în dreptatea țelurilor în slujba cărora se desfășoară cercetările lor. Acest fenomen a devenit mult mai clar pentru opinia publică atunci cînd Robert Oppenheimer a fost învinuit că ar reprezenta o primejdie pentru securitatea statului.

Efectele ascunse ale obligativității secretului desigur că nu pot fi stabilite. Ceea ce se pierde prin îngrădirea accesului la o serie de informații științifice se poate doar bănuî. Dar nu încapă îndoială că aceasta este o pierdere considerabilă, după cum o dovedesc progresele rapide care s-au realizat atunci cînd două ramuri diferite ale științei au condus, ca la descoperirea electromagnetismului. Mai intervin apoi și alte consecințe nefaste, legate de unele slăbiciuni ale oamenilor. O lucrare care nu este publicată nu poate fi serios criticată. La adăpostul secretului înfloresc incompetența, afacerismul și intrigile personale. Există permanent posibilitatea de a-ți denunța rivalul ca o primejdie pentru securitate. Sînt încurajate tendințe potrivnice cercetării științifice. După cum mi-a spus odată un general francez, „le secret militaire est fait non pour cacher le savoir, mais l'ignorance”¹.

¹ Secretul militar are drept scop să ascundă nu cunoașterea, ci ignoranța.

(pentru lămuriri,
vezi pagina VI)

Pagina 16. * Deosebirea dintre cele două moduri de expresie este valabilă pentru cele mai îndepărtate vremuri dacă ne orientăm după considerațiile prof. Haldane și după experimentele sale asupra mijloacelor de comunicare la animale (p. 671). Modul de exprimare al artei apare drept cel mai primitiv, preuman și aproape presocial. Folosirea magică a limbajului pentru chemarea la o acțiune este obișnuită la păsări. Ele exprimă în felul acesta o stare lăuntrică de agitație sau de pregătire a unei acțiuni, desori determinată de evenimente din lumea exterioară, dar în nici un caz nu dau o descriere a acestora. După părerea lui Haldane, acesta este și criteriul după care se deosebește vorbirea omenească, în care chemările magice la o acțiune i se suprapune elementul științific al descrierii. Cele două moduri de exprimare se întrepătrund, tinzând treptat să se contopească. „Hai la pescuit” este încă forma magică-artistică. „Anul trecut în lacul acesta era pește”, exprimare care ar putea s-o continue pe prima, se încadrează în modul științific-indicativ. Toate acestea sînt considerații de ordin general. A da o definiție precisă a artei nu are mai mult sens decît a da o definiție a științei. Ambele au avut, de-a lungul istoriei, o evoluție autonomă. Un roman este mult mai aproape de o lucrare științifică decît de un dans ritual primitiv.

Pagina 44. * Primele faze ale dezvoltării uneltelor și vorbirii, deși cel mai greu de urmărit, sînt, fără îndoială, cele mai importante. În nota de la pag. 16 m-am referit pe scurt la părerile lui Haldane cu privire la originea preumană a vorbirii. El consideră de asemenea că este posibil ca unele mijloace tehnice din epoca paleolitică să fi fost de natură instinctivă, cum e, de pildă, clădirea de către păsări a cuiburilor. Atîta vreme cît procesul de dezvoltare este relativ lent, acest lucru nu este imposibil, după cum o atestă transmiterea prin ereditate a experienței la păsări (p. 671). De îndată ce faza critică a trecut, acest mecanism, care este extrem de lent, trebuie să fi fost înlocuit, după părerea mea, cu transmiterea socială a diferitelor mijloace tehnice, iar acest proces poate fi considerat ca adevăratul moment originar al omenirii.

Pagina 48. * Prof. Haldane are îndoieli în legătură cu originea umană a ritualului. Ceea ce cunoaștem noi astăzi ca atare putea fi o simplă transpunere în cuvinte a dansurilor preumane sau cel puțin prelingvistice, ex-

primind pregătirea sau chemarea la o acțiune. Dacă vorbirea propriu-zisă a apărut târziu, o mare parte din funcția ei socială și economică trebuie să fi fost îndeplinită, la origine, de ritual.

Pagina 56. * Importanța rolului șamanului sau a vraclului în știință mai trebuie să fie studiată temeinic. Cert este că lor le datorăm transmiterea, dacă nu chiar descoperirea, celor mai importante leacuri cunoscute înainte de secolul al XX-lea. Celelalte arte magice, mai ales prezicerea viitorului, au pus bazele unei pseudoștiințe, astrologia, prin intermediul căreia s-a creat știința autentică din ziua de azi (p. 248).

Pagina 60. * O anumită mărturie în sprijinul acestei teze ne-o oferă descoperirea unui mormint într-una din cele mai vechi așezări omenești, la Sialk, în Persia, unde singurele obiecte îngropate cu mortul erau două maxilare de oaie și un topor de platră.¹⁻¹¹

Pagina 60. ** Posibilitatea de a se practica agricultura se datorește faptului că cerealele, spre deosebire de carne, se pot păstra mai multă vreme atunci când oamenii sînt în măsură să-și confecționeze vase potrivite. În acest răstimp, grăunțele pot să încolțească, apoi să se altereze și să fermenteze. Efectul consumării lor în această stare trebuie să fi fost de asemenea apreciat, lucru confirmat și astăzi în regiunea Nilului superior. Se pare că oamenii au produs berea cu mult înaintea vinului.

Pagina 70. * Controlul distribuției cerealelor depozitate în temple este, probabil, cea mai veche formă de manifestare a forței economice. Mai târziu s-a ajuns să se păstreze în temple și alte bunuri, mai ales pietre prețioase și metale nobile; astfel, timp de mai multe mii de ani, templele au jucat efectiv rolul unor bănci. Acolo unde regele era și preotul suprem, ca în Egiptul și China antice, această funcțiune era îndeplinită de grînarele regelui. Cît de importante erau acestea în vremuri de foamete, se poate vedea din povestea lui Iosif și a fraților săi.

Pagina 77. * Plugul pare să fi avut o dublă origine. El s-a putut dezvolta atît din săpăligă, cît și din bățul cu capătul ascuțit cu care se scormonea pămîntul. În ambele cazuri, pămîntul era zgîriat sau scurmat, de parcă l-ar fi rîmat un porc; de aceea multe dintre vechile denumiri pentru plug și porc sînt identice. Plugul care intră adînc în pămînt și taie brazde s-a dezvoltat din acesta mult mai târziu.^{8-17a}

Pagina 83. * Prof. G. Thomson¹⁻¹⁷ a adus recent argumente foarte puternice în sprijinul tezei, susținute pentru prima oară de Duhem, că originea astronomiei trebuie căutată în organizarea socială totemică. Aceasta se referă mai ales la împărțirea boltei cerești în patru „case”, corespunzătoare împărțirii ginților, fiecare din ele fiind asociată cu un anumit animal-totem și cu o anumită culoare. Prin analogie, acest fapt explică și cele patru elemente, care, în special la chinezi, sînt asociate cu cele patru „case”.¹⁻¹⁷ Al cincilea element, central și regal, pămîntul galben, este o adăugire caracteristică. S-ar părea că ideologia sau teoria științifică reprezintă o adaptare la ceea ce pentru noi constituie lumea neînsuflețită a conceptelor derivate din viața socială, întocmai cum aplicarea practică a științei s-a realizat prin extinderea procedeelor tehnice ale omului primitiv. Cu toate acestea, uneori însăși tehnica dă naștere teoriei. În acest caz, roata este mutată în cer, identificată cu mișcarea întregului sistem ceresc, iar în amănunt cu carul soarelui, obiect de profundă adorație în epoca bronzului. Mistica roții, cu mișcarea ei de continuă revenire, s-a transformat într-o imagine a vieții omenești și într-o făgăduință de reînviere.

Pagina 105. * Prof. G. Thomson ¹¹⁷ definește civilizația folosind criteriul producției de mărfuri adoptat de Engels ¹¹⁸ și, în consecință, nu acceptă termenul de „civilizație” pentru așezările dinainte de epoca fierului. El merge mai departe, susținând că această definiție „este superioară celei tradiționale, curentă în rândurile arheologilor burghezi, potrivit cărora civilizația este «cultura orașelor»”. După părerea lui, scrierea și împărțirea în clase sînt caracteristici tot atît de generale ale civilizației, ca și dezvoltarea orășenească. În ce mă privește, cred că, așa cum rezultă din textul lui Engels, unde civilizația este opusă orînduirii gentilitice, comunitare, Engels n-a intenționat de loc să limiteze noțiunea de civilizație la faza ei ultimă și într-adevăr cea mai dezvoltată, atinsă în orașele-state grecești. Fără îndoială că definiția „cultura orașelor” este pur descriptivă. Ceea ce se petrece într-un oraș nu poate fi înțeles decît în funcție de relațiile de producție și de diviziunea esențială a muncii, iar împărțirea în clase pare a constitui un element inseparabil și de primă importanță pentru existența orașului. Forma exterioară a orașului și structura lui socială s-au dezvoltat împreună și, după părerea mea, rezultatul acestei dezvoltări comune poate fi definit ca civilizație, caracterizare valabilă în aceeași măsură pentru Ur și pentru Atena, deși ele marchează două faze foarte îndepărtate una de alta în dezvoltarea civilizației.

Pagina 111. * Din săpăturile și descoperirile recente pare să reiasă limpede că între greci, cretani și civilizațiile mai vechi din epoca bronzului a existat o mult mai strînsă continuitate decît s-a crezut pînă acum. S-a stabilit o corespondență bine determinată între numeroase aspecte ale culturii din Creta și ale celei prehitite din Asia Mică. Cea mai revoluționară descoperire este aceea a lui Ventris, care a arătat că cretanii din ultima perioadă și micenienii din jurul anului 1500 î.e.n. scriau în limba greacă, folosind o scriere liniară provenită dintr-o scriere cretană mai veche. ¹¹⁹ Faptul că în dezvoltarea culturii aproape că nu au existat întreruperi demonstrează că vechii aheeni al lui Homer au fost în mare măsură influențați de cretani, de la care au preluat o organizare de stat și economică bine dezvoltată. Adevărata întrerupere trebuie să se fi produs în secolul al X-lea, cu venirea celui de-al doilea val de greci dorieni (spartani), cînd scrierea cretană pare să fi dispărut, fiind înlocuită cu cea feniciană. Chiar dacă pentru cea mai mare parte a Greciei continentale aceasta putea să însemne instaurarea unei epoci întunecate, nu este de presupus că în insulele grecești și pe țărmul Anatoliei, unde a apărut pentru prima dată știința greacă, a avut loc o întrerupere serioasă a dezvoltării culturii. Prof. G. Thomson aduce explicații convingătoare în sprijinul tezel că știința ioniană s-a dezvoltat direct din legendele mesopotamiene. S-ar putea foarte bine ca principala condiție care a făcut posibilă „renașterea” greacă să fi fost impulsul pe care l-a dat unei vechi tradiții urbane o societate gentilitică mult mai primitivă, evoluînd rapid spre viața orășenească.

Pagina 125. * Școala lui Pitagora reprezintă prima îmbinare a calculului numeric, în esență de origine babiloneană, cu formele geometrice, care de mult deveniseră o specialitate a grecilor, deși și ele proveneau, probabil, din surse egiptene. Introducerea numărului deosebeste geometria de desenul simplu și dă posibilitate să se introducă logica demonstrativă, principala contribuție a grecilor la dezvoltarea științei. Sînt foarte înclinat să cred, deși nu sînt destul de documentat pentru a o dovedi, că acest pas hotărîtor a fost determinat de transpunerea în domeniul matematicilor a metodei de argumentare logică folosită în procesele judiciare; aceste procese și nu sentințele regale caracterizau orașele-state mercantile. Noțiunea de dovadă dedusă din postulate și chiar raționamentul prin *reductio ad absurdum* par să-și aibă originea tot în procedura folosită în fața tribunalelor. Q.E.D., *quod erat demonstrandum*, este argumentul decisiv care câștigă procesul în fața tribunalului rațiunii. Chiar dacă în afara domeniului

lul matematicilor s-a făcut abuz de noțiunile de demonstrație și generalizare, ele au reprezentat o pavăză împotriva gândirii confuze, pavăză pe care știința din vechea Indii și China nu a găsit-o niciodată.

Pagina 130. * Elaborarea unei astronomii multisferice, reprezentând o extindere a rotației simple a cerului, a fost o realizare atât de familiară anticilor și atât de mult dată uitării de către moderni, încât ne este greu să realizăm importanța hotărâtoare a acestui progres al științei. În timp ce pentru astronomia babiloneană exactă mișcarea astrilor reprezenta o problemă exclusiv matematică, un fenomen care se reducea la numere și formule fără a necesita o argumentare, concepția grecilor era pur vizuală și aproape palpabilă. Ei au încercat să construiască un model spațial al mecanismului ceresc. Desigur că o asemenea idee nu le-ar fi trecut prin minte dacă nu ar fi existat în vremea lor anumite mecanisme. Știm astăzi că grecii cunoșteau mecanismul ceasornicului și, de altfel, în tratatul pseudoaristotelic „Despre lume”, autorul folosește o analogie mecanică pentru a explica acțiunea lui Dumnezeu ca prim impuls.

„Căci el nu are nevoie nici de dibăcia, nici de ajutorul altora, așa cum se întâmplă cu conducătorii noștri pămînteni, care, din pricina neputinței lor, au nevoie de multe mâini pentru a-și îndeplini treburile; caracteristica principală a divinității este că poate să execute felurite munci cu ușurință și printr-o simplă mișcare, întocmai cum vechii maeștri ai unui meșteșug reușesc să efectueze, printr-o singură învîrtire a unui mecanism, mai multe operații diferite”.

El a înlăturat astfel necesitatea unei providențe care intră în toate detaliile și a deschis o controversă care continuă și în zilele noastre.

Pagina 148. * Mi s-a reproșat, cu oarecare temel, că l-am nedreptățit pe Aristotel. Atitudinea mea ar fi într-adevăr de neiertat dacă aș fi scris o istorie a filozofiei grecești sau, cel puțin, a științei grecești. Însă, avînd în vedere scopul acestei cărți, nu ne interesa în primul rînd ce anume a gândit sau chiar ce a scris Aristotel, ci mai degrabă ceea ce s-a crezut veacuri de-a rîndul că ar fi gândit el. Ceea ce a fost mai subtil și stimulator pentru gândire în opera lui Aristotel nu s-a bucurat de prețuire; în schimb, ceea ce a rămas au fost tocmai părțile superficiale și comune. Făcînd o apreciere mai îngăduitoare decît în textul lucrării, aș putea afirma că Aristotel a urmărit să dea o explicație biologică exactă, adică naturală a lumii ca un sistem în funcțiune. Chiar și logica lui, după cum subliniază Haldane, s-a născut ca urmare a greutăților întîmplinate la clasificarea biologică. N-aș vrea să las impresia că influența dăunătoare exercitată de Aristotel asupra vieții intelectuale s-ar fi exercitat în mod conștient. De fapt, concepțiile lui au oferit arabilor și chiar scolasticilor pînă la Oresme, în secolul al XIV-lea, o viziune unitară despre o altă lume, precum și un stimulent pentru o gândire sistematică. Dacă Toma d'Aquino n-a preluat de la Aristotel spiritul de analiză și investigație, aceasta nu s-a datorit faptului că n-ar fi fost în stare să și-l însușească, ci faptului că era un bun creștin și nu voia să-l urmeze pe necredinciosul Averroes.

Pagina 152. * Am fost criticat pentru faptul că aș fi subapreciat contribuția adusă la progresul științei de către muncitorii liberi eleni și de metodele lor tehnice. Desigur că n-am avut intenția să fac acest lucru. În această problemă, principala dificultate a constat în lipsa de date, care nu se pot obține decît pe baza unor studii amănunțite; asemenea cercetări sînt însă prea risipite în numeroase lucrări ori abia urmează să fie făcute. Este posibil ca apariția volumului al doilea din „Istoria tehnologiei” să înlăture această lacună. Din ceea ce cunosc pînă acum nu pot decît să presupun că marele avînt al perfecționărilor tehnice a provenit în primul rînd din contopirea metodelor tehnice grecești cu cele din Siria, Persia și mai ales din Egipt. Posibilitatea de aplicare a unor mecanisme

care să ducă la obținerea unor venituri imediate, ca, de pildă, dispozitive de creare a unor iluzii în temple, lucrări hidraulice și ceasornice, a constituit, probabil, pentru inventatori un stimulente asemănător aceluia care a determinat crearea unor mecanisme de divertisment la curțile prinților în timpul Renașterii; de data aceasta, oamenii de știință nu au lucrat dezinteresat. Ei au descoperit astfel nu numai principiile hidrostaticii și pneumaticii, dar au perfecționat și diferite mecanisme și au creat altele noi.

Pagina 155. * Influența vechii tradiții matematice și astronomice a babilonienilor — discipline care cu greu ar putea fi separate — asupra științei elenice a fost, probabil, mai mare decât se consideră în mod obișnuit. În astronomie, continuitatea a fost recunoscută. Hiparh citează observații aparținând lui Kidinnu. Tradiția geometriei elene era însă stabilită încă de pe vremea lui Alexandru, iar îmbinarea ei efectivă cu metoda algebrică a fost realizată de arabi, fiind desăvârșită abia în vremea lui Descartes. Judecând după unele indicii de care dispunem, se poate afirma că în Babilon a continuat o vie activitate intelectuală încă cel puțin 1 000 de ani după domnia lui Nabucodonosor, la început sub dominația persană, apoi sub cea greacă și, în sfârșit, din nou sub dominația persană până în epoca Islamică. Această activitate intelectuală nu s-a limitat la o simplă păstrare a tradiției sau la o continuare a observațiilor; s-au realizat progrese reale, ca, de pildă, descoperirea precesiunii eclipticii de către Naburiannu în secolul al IV-lea î.e.n.

Pagina 159. * Prof. Rosenfeld pune la îndoială justetea explicației date faptului că producția capitalistă nu s-a putut dezvolta în epoca clasică. El consideră că această dezvoltare a fost împiedicată mai curând de lipsa unei acumulări inițiale. Nu pot fi de acord cu el. Jefeuirea Asiei trebuie să fi adus în secolul al III-lea î.e.n. tot atâtea comori ca jefeuirea Indiilor de Vest și de Est în secolul al XVI-lea. După părerea mea, cauza constă mai degrabă în faptul că în lumea elenistă n-a existat în mod practic nici una dintre condițiile care au făcut posibilă dezvoltarea capitalismului în secolul al XVII-lea. Chiar dacă ar fi existat în Alexandria sau Antiohia acei mici industriași care au creat capitalismul, ei ar fi avut prea puține posibilități de a-și extinde activitatea într-un sistem de guvernare despotică în care se puteau câștiga bani mult mai ușor prin contracte cu statul sau prin comerț.

Pagina 166. * Prof. E. A. Thomson atrage atenția asupra afirmației făcute de autorul anonim al lucrării „De rebus bellicis”¹¹⁴ din secolul al IV-lea, care atribuie decăderea, vizibilă încă din vremea lui, faptului că împăratul Constantin a jefuit comorile templelor și le-a distribuit nu bisericilor, ci armatei. Banii au ajuns curând în minile antreprenorilor și financiarilor, producând inflație și frământări sociale. Aceste efecte, care s-au dovedit de lungă durată, au fost o consecință neașteptată a victoriei creștinismului.

Pagina 168. * Aceasta s-a realizat prin folosirea unui plug greu cu 8 bol, celtic sau teutonic, reprezentând o modificare a plugului inițial fără roți sau simetric (vezi nota la p. 77), obținută prin mutarea unei cormane înapoiă brăzdarului și transformarea celeilalte, precum și prin adăugirea, la grindeul plugului, a unui cușt care să tale stratul superior al solului și a unei tălpi care să împiedice brăzdarul să se adincească. Foarte curând a apărut o pereche de roți (de unde vine denumirea franceză charrue), dar caracteristica principală a acestui plug era că tăia un strat de pământ și-l răsturna în brazdă. El era greu de întors, de aceea pământul se cultiva în fișii lungi, nu în loturi pătrate, arate transversal, mai indicate pentru plugul ușor. Această invenție extrem de importantă pare să fi fost realizată de către barbari. În Danemarca s-a găsit un asemenea plug datind din secolul al III-lea.

Pagina 179. * Sint pe deplin conștient de faptul că acest capitol asupra precursorilor științei moderne din cultura clasică, islamică și medievală europeană este intruŃiva unilateral. Pentru ca el să fie complet, ar fi trebuit să mă ocup în mod corespunzător de cultura din India și din China. Ca justificare pot invoca faptul că nu dispunem încă de analizele necesare asupra istoriei culturii și științei din aceste țări și că în stadiul actual ar fi prematur să spun mai mult decît am spus. În prezent, în China, mulți savanți se ocupă intens de această problemă, iar cîitorii englezi vor putea consulta în curînd tratatul monumental al lui Needham. În ceea ce privește India, cu istoria ei confuză și aversiunea tradițională față de o înregistrare precisă a evenimentelor, sarcina este mult mai grea și, de altfel, abia acum începe a fi rezolvată. În legătură cu aceasta, am avut prilejul de a vedea în manuscris noua istorie a culturii indiene, scrisă de prof. D. D. Kosambi, prima lucrare, după părerea mea, care tratează just problemele respective.¹⁻³ Cele două mari civilizații, a Indiei și a Chinei, prezintă asemănări remarcabile, dar și deosebiri caracteristice. Începînd din al doilea mîlieniu, de pe o regiune destul de mică a țării, respectiv din Punjab și de pe cursul mijlociu al Fluviului Galben, popoarele ariene și vechile popoare Han au răspîndit treptat cultura lor pe întregul teritoriu, fie prin asimilare, fie prin cuceriri. În China, aceasta s-a înfăptuit cu ajutorul organizării de stat birocratice introduse de Confucius, iar în India prin sistemul rural dominat de brahmani. India a fost, totuși, mult mai expusă cîtopririlor și influențelor culturale străine decît China, astfel că ea trebuie considerată mai tirziu ca făcînd parte din grupul de culturi iranian-elenist-islamic. China, împreună cu culturile paralele din Japonia, Coreea și Annam, formează de fapt un alt grup de culturi, care a făcut schimburi de idei și de metode tehnice cu lumea elenistă, dar care pînă în vremea noastră n-a făcut niciodată parte din ea.

Pagina 182. * Hinduismul se deosebește de celelalte religii din lume prin lipsa unei dogme sau, mai degrabă, prin multitudinea dogmelor. Este atît de cuprinzător, încît poate conține în același timp cel mai desăvîrșit ateism materialist și animismul primitiv. Fiecare credincios este liber să-și aleagă zeii și ritualul. Pe de altă parte, hinduismul este cea mai exclusivistă religie în ceea ce-i privește pe adepții săi. El nu este accesibil decît hindușilor, iar în interiorul comunității religioase aceștia sînt riguros împărțiți pe caste și familii. Din pricina istoriei pline de frămîntări a Indiei în ultimii 800 de ani, hinduismul a trebuit să rămînă, în esență, o religie tradițională, de acceptare a unei orînduirii sociale tot mai nedrepte și mai incapabile. Abia în secolul nostru, prin eliberarea Indiei, hinduismul capătă posibilitatea să pună în valoare elementele sale pozitive și să înlăture complicata rețea de tradiții și dogme.

Pagina 183. * Această interpretare a fost, într-o mare măsură, confirmată de pergamentele recent descoperite lîngă Marea Moartă,¹⁻¹¹ reprezentînd biblioteca unei asemenea comunități, care a înflorit între anii 160 î.e.n. și 70 e.n. Legile acestei comunități erau specifice comuniste. Cele mai grele blesteme erau sortite să cadă asupra acelor care, ca Anania din „Faptele apostolilor“, își ascund averea personală și nu o aduc ca aport la fondul comun. În aceste documente se vorbește mult despre un învățător al dreptății, care a fost persecutat. Nu s-a stabilit încă dacă este una și aceeași persoană cu Hristos din istorie și nici măcar dacă acesta a existat. De altfel, această problemă nu mai prezintă astăzi importanța considerabilă pe care a avut-o de-a lungul veacurilor. Cert este acum că în acea epocă au existat în Iudeea numeroși reformatori sau lideri ai rezistenței, pe baze mai mult sau mai puțin religioase, mai mult sau mai puțin politice. În jurul unuia sau altuia dintre ei sau în jurul tuturor la un loc s-au putut cristaliza nădejdi și credințele mulțimilor de oameni asupriți, crescuți în tradiția unui mesia și a unui dumnezeu care a murit și a înviat.

Aceste pergamente au mai pus în lumină un alt fapt remarcabil: influența religiei persane, cu opoziția ei dintre forțele binelui și răului și fângăduirea paradisului. Pe măsură ce întreagă această istorie va fi cunoscută, se va constata, probabil, că tradiția persană de identificare a religiei cu dreptatea socială are o continuitate neîntreruptă, inspirându-i atât pe maniheeni, pe mazdachisti, pe carmațieni, cât și pe bahaiștii din zilele noastre, și că aceasta a influențat profund dezvoltarea creștinismului.¹⁻¹¹

Pagina 190. * Deocamdată, istoria științei indiene în perioada de după dinastia Gupta reprezintă în cunoașterea noastră un gol, care va fi, probabil, în curând completat. Se pare că dezvoltarea ei s-a limitat, în cea mai mare măsură, la peninsula Indiei. Șesurile erau prea expuse invaziilor barbare, de pe urma cărora suferea și Europa în aceeași perioadă: cultura greco-persană a Indiei a fost distrusă. Invasiile au atins punctul culminant prin jafurile lui Mahmud din Gazni în secolul al XI-lea e.n. Se pare însă că Deccanul și regiunile situate mai spre sud au fost locul de întâlnire a unor culturi diferite: greco-romană, venind dinspre nord și de peste mări; arabă și persană, venite de asemenea pe mare; și chineză, adusă pe uscat de pelerinii budiști și de negustori străini de dincolo de mare. Dată fiind existența acestor factori stimulenți, nu este surprinzător că, într-o epocă de prosperitate și de progres cultural, geniul indian a reușit să realizeze o sinteză a cunoașterii, care, la rândul ei, a constituit un izvor de inspirație pentru știința islamică. Principala contribuție științifică a Indiei pare să fi aparținut domeniului matematicii și chimiei. Concepțiile matematice amintesc de modele chineze mai vechi prin forma lor și, poate și mai mult, prin erorile lor; se pare, totuși, că indienii au dezvoltat și idei de origine babiloneană.¹⁻¹¹

Pagina 196. * Contribuția Persiei la știința mondială a fost, desigur, subapreciată, deoarece cărțile s-au pierdut, iar alte documente nu există.¹⁻¹¹ De fapt, Persia împreună cu Asia centrală și nord-vestul Indiei ar trebui să fie considerate în istoria universală ca aripa cea mai de răsărit a expansiunii culturilor Egiptului și Babilonului în epoca bronzului, corespunzând aripii apusene formate de Grecia și Roma. Războaiele dintre greci și perși au prilejuit o importantă întrepătrundere a culturilor, care a continuat și după cuceririle lui Alexandru. În tot cursul evului mediu din Europa, Imperiul persan a constituit un bastion de apărare a civilizației împotriva valurilor de invazie barbare din sud-est, tot așa cum Imperiul roman fusese un bastion împotriva invaziilor din nord-est. Sub dinastia Sassanizilor și sub califii Abbasizi, știința a fost încurajată, extinzându-și domeniile de activitate. Numai folosirea limbii arabe nu lasă să se vadă prezența unui puternic element persan în știința islamică din răsărit, la fel cum se întâmplă cu elementul greco-roman în apus. Contribuția specială a persanilor pare să fi fost: în tehnică construcțiile arcuite, construcția de cupole și mașinile hidraulice, iar în știință observații astronomice și îmbinarea influențelor elene, babilonene și, într-o oarecare măsură, poate și chineze în dezvoltarea algebrei și trigonometriei.

Pagina 205. * Pentru a avea o imagine completă a contribuției chineze în chimie, va trebui să așteptăm apariția celui de-al cincilea volum din marea lucrare a lui Needham; ceea ce el a publicat până acum¹⁻¹¹ confirmă însă ideile privitoare la o metodă științifică generală, idei de cea mai mare importanță în istoria științei. Metoda chineză se apropie de cea ce Needham numește concepția analogică în știință. Este vorba de o analiză a naturii luate în ansamblul ei, fără a porni însă de la criteriul genezei sau al raportului dintre cauză și efect, ca în gândirea babiloneană-greacă, ci de la grupe sau serii de obiecte cu anumite însușiri comune. Astfel, în cadrul celor cinci elemente ale chinezilor, de pildă, apa se află alături de crustacee, de culoarea neagră, de gustul sărat, de nord și de iarnă; lemnul este în aceeași serie cu peștii, culoarea verde, gustul

acru, estul și primăvara ; focul cu păsările, culoarea roșie, gustul amar, sudul și vara ; metalul cu flărele, cu gustul acru înepător, culoarea albă, vestul și toamna ; în sfârșit, elementul principal, pământul, cu omul, culoarea galbenă și gustul dulce. Un paralelism împins și mai departe apare în trigramele sacre ≡, ≡ etc. Acest mod de a reprezenta tot ce există în natură în termeni de origine primitivă și totemică este destul de obișnuit și în gândirea occidentală, ca, de pildă, în elementele lui Aristotel și în concepția despre macrocosm și microcosm. Deși luat ca atare este un nonsens, acest mod de reprezentare poate avea o valoare în măsura în care arată calea urmată de știință. Probabil că fenomenele complexe ale chimiei n-ar fi putut fi înțelese în nici un alt mod ; în orice caz, aceasta este calea pe care s-a desfășurat progresul chimiei și nu aceea a gândirii cauzal-mecanice. Același lucru poate să fie valabil și în ceea ce privește biologia ; de altfel, și Needham caracterizează concepția chineză ca organicistă.

Pagina 211. * Expunerea mea asupra creștinismului medieval ar fi trebuit să aibă în vedere și cele două aripi : cea răsăriteană și cea apuseană. Importanța regiunii Elbei, care se întindea din Boemia pînă în Schleswig, a crescut de îndată ce comerțul occidental și-a deschis o plată nouă în țările slave și a început exploatarea bogățiilor piscicole și forestiere din regiunea Balticii. Maurii au fost alungați treptat din Spania și din Portugalia, iar noile regate creștine au început să capete o importanță tot mai mare ca furnizoare de lînă și metale, precum și în comerțul maritim.

Pagina 211. ** În ce măsură sistemul feudal european a fost unic în felul său și de ce s-a întîmplat astfel — iată probleme de o deosebită importanță pentru dezvoltarea culturii. Răspunsurile la aceste întrebări vor arăta, probabil, de ce tocmai Europa înapolată și nu o altă regiune a lumii civilizate avea să dea naștere capitalismului și științei moderne. În ce mă privește, presupun că această situație unică s-a datorit faptului că aici rămășițele ordinii Imperiului roman, transmise prin intermediul bisericii, s-au contopit cu cultura viguroasă și rodnică a barbarilor din nord — francii, germanii și scandinavii —, a căror orînduire gentilică se destrămase tocmai sub influența dizolvantă a bogăției romane. Solidaritatea de gîntă a fost înlocuită cu lealitatea față de o anumită persoană în schimbul unei compensații corespunzătoare, iar exploatarea sistematică a resurselor naturale, sub influența bisericii, s-a dovedit a fi un progres în comparație cu jaful primitiv. O ultimă formă a acestei tranziții este minunat descrisă în Sagile, unde se vorbește despre convertirea și înfeudarea vikingilor, poporul cel mai îndrăgostit de libertate, poate, din lume. Societățile cu orînduire gentilică neatinsă, ca cele din Irlanda și Scoția, s-au dovedit mult mai rezistente, reușind chiar să înglobeze în evul mediu pe feudalii normanzi în organizația gentilică. Totuși, noile forme de orînduire socială nu erau nicidecum impuse de sus ; ele erau mai curînd adoptate în mod conștient de căpeteniile ambițioase dornice să-și întărească astfel pozițiile și acceptate fără entuziasm, ca o alternativă mai bună în comparație cu viața liberă, reprezentînd un șir neîntrerupt de jafuri și crime. În regiunile cu o civilizație mai veche ale Imperiului roman, ca de pildă Italia, feudalismul n-a fost niciodată atît de puternic înrădăcinat, după cum n-a fost nici în teritoriile stăpînite de islam ; din punct de vedere militar și chiar economic, aceste regiuni s-au dovedit a fi însă mai slabe.

Pagina 226. * În ciuda numeroaselor critici ce mi s-au adus, rămîn totuși la părerea mea asupra caracterului limitat și static al științei în evul mediu. Cred că, dacă spațiul mi-ar îngădui, aș putea dovedi justetea punctului meu de vedere, însă în felul acesta aș depăși cu mult cadrul acestui lucrări. Aș fi putut, de pildă, să vorbesc mai mult despre școala impulsului, și îndeosebi despre Oresme, a cărui subapreciere profesorul Rosenfeld mi-o reproșează atît de aspru. Deși îi recunosc meritul de a fi fost cel

dintri traducători de lucrări științifice și filozofice în limba franceză — ceea ce avea să facă Chaucer pentru limba engleză —, ca și meritul de a fi adus o contribuție în economia politică prin adaptarea concepțiilor lui Aristotel în lucrarea sa „De mutationibus monetarum” („Despre schimbările banilor”), aportul său științific original îl consider anemic, fiind limitat, de fapt, la folosirea graficelor și la o definiție corectă a accelerației ca mișcare cu o viteză uniform variabilă. Nu l-am situat printre cei mai proeminenți oameni de știință, pentru că el n-a fost în mod conștient un inovator, ca Roger Bacon, și pentru că opera lui n-a fost continuată. Aceasta nu este o critică adusă lui Oresme însuși, ci epocii în care a trăit. În toiul războiului de 100 de ani și al frământărilor sociale din timpul jacheriei, Franța nu putea da prea mult pe țărîm științific. Oresme este mai degrabă un ultim reprezentant al evului mediu decît un precursor al Renașterii.

Pagina 228. * Același țel de a găsi o explicație cuprinzătoare și rațională a naturii și societății, precum și a relațiilor dintre ele, a fost realizat cam în același timp de Chu Hsi (1131—1200), ultimul dintre marii filozofi chinezi neoconfucieni. Concepția lui pare de asemenea să reprezinte o expunere concentrată și rațională a unei gândiri și tradiții seculare, care cuprinde atât daolismul mistic-naturalist, cît și vechiul confucianism convențional și formal. Ea se deosebește de sinteza occidentală prin insistența asupra armoniei și nu asupra ierarhiilor, precum și prin absența oricărei idei despre un dumnezeu diriguitor al lumii, reflectînd astfel deosebirea dintre birocratismul din China și autoritatea domnitorului din creștinism. Totul pare să-și găsească explicația cu ajutorul a două principii generale și universale, Ci și Li, aproape intraductibile, pe care Needham le redă prin noțiunile materie-energie și organizare.¹⁻⁴⁷ Din aceste concepte s-au format apoi principiile de Ian și In (p. 205), cele cinci elemente (v. nota la p. 205) și celelalte laturi ale concepției științifice chineze despre lume. Aceste idei profunde, dar obscure, au avut mai tîrziu o oarecare influență asupra filozofiei europene prin intermediul lui Leibniz. Poate tocmai pentru că nu au dat dovadă de aceeași îndărătnicie ca sinteza aristotelică-tomistă, ele n-au stimulat niciodată o critică distructivă.

Pagina 231. * Este nefîndoielnic că nu împlîntor au interzis autoritățile chineze expedițiile întreprinse la începutul secolului al XV-lea de marele amiral Cheng Ho, care a navigat pe Oceanul Indian cu flote alcătuite din corăbii mari cu mii de oameni, a cucerit Ceylonul și a explorat coasta Africii. Din punct de vedere tehnic, chinezii aveau posibilitatea de a anticipa cu o sută de ani expedițiile lui Columb și ale conchistadorilor. Le lipsea însă mobilul principal: economia chineză nu avea nevoie de comerț cu țările străine. Cel mai remarcabil obiect de import al lor a fost o girafă, care însă nu i-a plăcut împăratului.

Pagina 234. * În recenta sa lucrare, Price¹⁻⁴⁸ susține că fragmentele de bronz provenite dintr-o corăbă care s-a scufundat în secolul al II-lea î.e.n. ar fi niște părți ale unui mecanism complicat de ceasornic, de tipul ceasornicului care i se atribuie lui Arhimede. În colaborare cu Needham¹⁻⁴⁹, Price a reconstituit un complicat ceas de turn chinez datînd din secolul al XI-lea, cu roți dințate și anker. Acest ceas, care în nici un caz nu era primul de acest tip, era destinat să reglementeze protocolul Curții Imperiale după mișcarea corpurilor cerești. Price și Needham presupun că primele ceasornice nu au fost construite în scopul de a indica ora, ci de a demonstra prinților anumite principii astronomice. În evul mediu ele au fost întrebuințate la început ca ceasornice în turnurile edificiilor importante ale orașelor; mai tîrziu au fost folosite în astronomie și navigație, ceea ce a făcut necesară o mai mare precizie a lor.

Pagina 259. * Este probabil că principalul factor material care a contribuit la succesul economic al Renașterii a fost o modificare, puțin studiată, a metodelor practice în agricultură, și anume: cultivarea plantelor de nutreț, ca lucerna, și, în consecință, posibilitatea de a întreține în timpul iernii un număr mult mai mare de vite. Cultura lor a început în Lombardia, unde a fost, poate, importată din răsărit în secolul al XIV-lea și se practica, îmbinată cu irigația, mai ales pe moștile aparținând negustorilor bogați de la orașe. Când aceste metode au fost preluate într-o formă perfecționată și de către Țările de Jos în secolul al XVI-lea, ele aveau un caracter capitalist mult mai clar. În sfârșit, în secolele XVII—XVIII, când au ajuns și în Anglia, ele au constituit baza revoluției agricole, care reprezenta o completare necesară a revoluției industriale (p. 334 și 360).

Pagina 279. * Se insistă astăzi asupra faptului că observațiile astronomice ale lui Copernic au fost puține la număr și inexacte, că, practic, întregul lui sistem nu era cu nimic mai bun decât acela al lui Ptolemeu pe care l-a atacat, că motivele care l-au determinat să se oprească asupra sistemului său au fost de ordin mistic și nu științific și că el nu și-a dat seama de consecințele noilor idei pe care le-a exprimat. Admițând toate acestea și chiar recunoscând că Copernic a fost ca astronom la fel de puțin remarcabil cum a fost Columb ca navigator, important în ambele cazuri este spiritul lor inovator, care și-a croit drum și a făcut școală. Acest spirit inovator este adevărata caracteristică a Renașterii și marchează ruptura decisivă cu evul mediu.

Pagina 287. * Fragmente pe care am izbutit să le descopăr ni-l arată pe Sturtevant ca pe un om multilateral, dar dezechilibrat. Îl vedem dînd sfaturi de conduită morală prințului Henry și încercînd, fără succes, să-l vinde regelui Iacob I o armă secretă, un ciudat paralelism cu Napier, care înlocuia același lucru în același timp. El a scris o carte „Debre Adam”, în care preconiza o metodă mecanică universală de învățare a limbilor străine, pe care — pretindea el — trebuie s-o fi folosit Adam pentru ca, într-o singură zi, să dea fiecărui animal un nume într-o limbă ebraică corectă. În orice caz, principiul enunțat reprezintă o anticipare a mașinilor electronice de traducere din ziua de azi.

Pagina 307. * Într-unul dintre atacurile sale periodice împotriva lucrărilor mele, profesorul Dingle folosește tocmai acest citat ca un exemplu pentru a-mi demonstra inconsecvența. El scrie: „(În timp ce) Bacon pune în mod clar lumina cunoașterii mai presus de invenții, care reprezintă aplicarea acestei cunoașteri la sistemele materiale, părerile preconcepute ale lui Bernal îl împing așa de departe, încît îl fac să citeze în sprijinul ideilor sale o afirmație al cărei sens e în directă contradicție cu ele”. În primul rînd, cred că profesorul Dingle înțelege greșit sensul afirmației lui Bacon. Acesta nu vorbește despre adevărul științei, ci despre lumina cunoașterii, calea de a descoperi lucruri noi. Omul la care se referă, cu modestia lui caracteristică, este el însuși. El pledează pentru lucrarea sa „Organon”, pentru organizarea cercetărilor experimentale. După părerea mea, acesta este adevăratul merit al lui Bacon, care-i dă dreptul la glorie în știință. Dar din criticile profesorului Dingle reiese și o greșită înțelegere a concepțiilor mele, pe care, oricît am încercat, n-am reușit să i-o risipesc, și anume că subapreciez importanța adevărilor științifice și că nu mă interesează decât aplicațiile lor practice. Ar trebui totuși să apară limpede din întreaga această carte, ca și din lucrările mele științifice, că eu consider posibilă stăpînirea conștientă a naturii numai în măsura în care sînt înțelese principiile care stau la baza manifestărilor ei. În consecință, am stăruit necontenit să se acorde un mai mare sprijin cercetărilor științifice fundamentale. De altfel, poate că nici nu este atât de important cum crede profesorul Dingle dacă se sprijină adevărul de dragul aplica-

ților practice sau aplicațiile practice de dragul adevărului, de vreme ce este vorba de aceeași practică din ce în ce mai extinsă și de același adevăr din ce în ce mai cuprinzător.

Pagina 343. * Semnificația pe care o avea concepția lui Newton despre lume pentru religie n-a fost trecută cu vederea nici de adepții și nici de criticii săi. Între Leibniz și adepții lui Newton s-a desfășurat, începând din 1705 până în 1716, o puternică controversă, care a culminat prin publicarea corespondenței dintre doctorul în teologie Samuel Clarke (1675—1729) și Leibniz. „După cum relatează Voltaire, Clarke, adept înflăcărat al lui Newton și teolog liberal, n-a devenit arhiepiscop de Canterbury numai pentru că episcopul de Lincoln l-a declarat prințesa Carolina că, deși cel mai învățat și mai cinstit om din imperiul ei, Clarke avea totuși un cusur : nu era creștin. Discuția s-a purtat, în primul rînd, în jurul învinuirii că opera lui Newton ar fi contribuit la declinul credinței religioase naturale, mai ales datorită concepției acestuia asupra spațiului ca „sensoriu” al lui Dumnezeu. Această teză era interesantă din două puncte de vedere : teologic-politic și științific-filozofic. Ambele tabere încercau să demonstreze că concepțiile lor erau inofensive pentru biserică ; Leibniz a sesizat însă caracterul în esență revoluționar al filozofiei newtoniene și i s-a împotrivit pentru aceleași motive care l-au făcut pe Voltaire s-o îmbrățișeze. Din punct de vedere științific, discuția s-a purtat asupra noțiunilor de spațiu și timp, precum și asupra naturii unor forțe oculte ca aceea a gravitației. Aici, pentru moment, Leibniz a ieșit învins, dar argumentele sale critice au format o parte din tradiția care l-a inspirat pe Einstein în depășirea teoriei newtoniene.

Pagina 344. * Profesorul Dingle folosește această formulare pentru a combate teza mea asupra paralelismului dintre economia politică și ideologie, căreia îi reproșează că este în același timp și vagă, și incorectă. El pune întrebarea : dacă stabilirea unui ordinii dinamice de către Newton în locul ordinii statice a concepției greco-medievale a corespuns nașterii capitalismului, ce corespunde în secolul al XX-lea înțoarcerii lui Einstein la concepțiile statice ? Și tot el răspunde astfel : „Ar trebui deci să ne întoarcem astăzi la o ordine ierarhică fixă, în care fiecare om își cunoaște locul”. Îi sînt recunoscător profesorului Dingle pentru că mi-a atras atenția asupra unui paralelism care mi-a scăpat. Esența progresului științific din secolul al XX-lea o constituie, exprimîndu-ne matematic, noțiunea de funcție implicită și mai puțin cea de funcție explicită, sau, în vorbirea curentă, modul în care fiecare lucru este legat de toate celelalte. Societățile din trecut au avut o conducere centralizată sau au funcționat pe baza unui mare număr de relații de schimb independente între indivizi. Însăși natura statului industrial modern este aceea a unei organizații complexe cu nenumărate conexiuni, care, cu timpul, va impune un sistem socialist, iar acesta, la rîndul său, corespunde noului caracter al științei. Profesorul Dingle pretinde că aceste corespondențe ar fi de natură mistică, vrînd să spună prin aceasta că ele nu pot fi exprimate prin definiții și teze precise. Potrivit unei asemenea concepții, întreaga istorie, în măsura în care depășește caracterul unei cronici, precum și întreaga știință socială, sînt mistice. Eu susțin însă că și una și alta au un conținut real și că modalitățile generale de gîndire pot fi transferate din domeniul științific în cel social și invers. Formularea lor este prețioasă prin faptul că permite oamenilor să înțeleagă ceea ce fac sau gîndesc.

Pagina 363. * Obiectivul academiiilor germane era orientat într-o mai mare măsură spre problemele practice decît ar putea apărea din aceste observații. Toate programele lor prevedeau studiul resurselor naturale, în special al mineralelor. Leibniz însuși, care dorea renașterea națională și lingvistică a Germaniei, nu le-a trecut nici el cu vederea. El a prevăzut chiar linia principală a progresului, afirmînd că „germanii s-au distins

întotdeauna în domeniul exploatărilor miniere, de aceea Germania ar trebui să devină mama chimiei". În tot cursul secolului al XVIII-lea, nobilii și funcționarii zeloși s-au ocupat — în cadrul academiei sau pe lângă ele — de îmbunătățirea agriculturii și industriei. Această activitate nu era considerată ca o piedică în calea creației artistice. Una dintre cele mai frumoase poezii ale lui Goethe, „Über allen Gipfeln ist Ruh", a fost concepută în timpul unei călătorii de inspecție în mine.

Pagina 368. * Se pare că este o regulă generală ca în fazele sale inițiale fiecare produs nou sau metodă nouă care răspunde unei nevoi să se dezvolte în progrese geometrice, așa încât ajunge să se dubleze, să spunem, într-un anumit număr de ani. Se poate lua drept criteriu al unei revoluții cazul când această perioadă de dublare este mai scurtă decât viața unei generații omenești. Aceasta se aplică, fără îndoială, la producția de cărbune, bumbac, fier și mașini cu abur în cadrul revoluției industriale, perioadele medii de dublare fiind respectiv de 20, 6, 10 și 16 ani. O creștere mai mică duce la transformări pe care nu le observă decât istoricii. Firește că nici o creștere, și mai ales una înaltă, nu se poate menține la infinit. O dată cu apropierea de punctul de saturație, creșterea rămâne un timp constantă, apoi începe să scadă, tinzând spre 0. Într-o economie în declin, ca și într-una înfloritoare, în care noile produse apar pe piață unul după altul și la scurte intervale, stadiul final este tot descreșterea și epuizarea. După cum a arătat Price, această lege a progresiei geometrice se aplică foarte bine și cunoașterii, care poate fi măsurată după numărul lucrărilor publicate. Actuala revoluție științifică se caracterizează prin dublarea numărului lor din 10 în 10 ani.¹⁻¹⁴ Concluzia lui Price că acest proces nu poate continua până când întreaga lume va fi formată numai din oameni de știință, este, desigur, justă, dar va mai trece multă vreme până nu va mai rămâne nimeni care să nu citească ziarele.

Pagina 371. * Dintre celelalte regiuni industriale, West Riding, cu o bază solidă formată din producția mai veche de postavuri și cuțitărie, a fost cuprinsă ceva mai târziu de mișcarea revoluției industriale.¹⁻¹⁶ South Wales, împreună cu regiunile Cornwall și Severn, bogate în staniu și cupru, inclusiv renumitul Coalbrookdale, pus în valoare de familia Darby,¹⁻¹⁸ au fost centre secundare importante mai ales pentru dezvoltarea mașinilor cu abur și a metalurgiei fierului.¹⁻²¹; ¹⁻²⁷

Pagina 376. * Una dintre primele încercări de a aprecia consecințele forțelor interatomice a fost aceea a lui Ruger Boscović (1711—1778), un preot iezuit sârb, profesor de matematică la Roma.¹⁻² El a presupus existența unor atomi punctiformi, înconjurați de cîmpuri de forțe, care la distanțe foarte mici se resping, la distanțe foarte mari se atrag, iar la distanțe intermediare se pot alternativ atrage sau respinge. Tocmai sub această formă acționează forțele interatomice așa cum le cunoaștem azi; putem chiar folosi unele dintre expresiile introduse de Boscović. Deși geniul lui a fost recunoscut, teoriile sale erau prea complexe în raport cu datele disponibile în vremea aceea și mulți ani mai târziu; iată de ce ideile sale n-au exercitat o influență deosebită asupra dezvoltării generale a științei.

Pagina 420. * Se pare că Watt n-a făcut decât să folosească regulatorul, care exista mai de mult, inventat fiind de un anonim constructor de mori pentru reglarea vitezei de rotație a pietrelor de la morile de apă.¹⁻²⁷

Pagina 425. * Ideea echivalenței diferitelor forme de energie și a conservării lor este mult mai veche. Ea a fost formulată de către Leibniz în 1715, în prima sa scrisoare în care ataca filozofia newtoniană. „După

părearea mea, în lume rămâne permanent aceeași forță și energie care nu face decât să treacă de la o parte a materiei la alta, conform legilor naturii și minunatei ordini prestabilite".⁶¹ Totuși, această teorie, expusă sub forma unei demonstrații esențialmente teologice și într-o vreme când nu exista mașina cu abur care i-ar fi putut oferi o aplicare practică, avea să rămână timp de peste un secol în stare de lincezeală.

Pagina 430. * Principiul strungurilor de filetat cu cârucior nu era nou. Constructorii de mașini de la începutul secolului al XIX-lea n-au făcut decât să descopere din nou și să adapteze la prelucrarea grea, dar folositoare a oțelului ceea ce ingenioșii strungari-artiști în lemn, fildeş și alamă descoperiseră încă în secolul al XVI-lea și al XVII-lea. În Muzeul Ermitage din Leningrad se mai pot vedea și astăzi strungurile semiautomate cu dispozitive de copiat lucrate cu multă măiestrie, pe care Petru cel Mare le folosea mai ales la confecționarea medaliilor și a candelabrelor.

Pagina 479. * Această referință la Claude Bernard este cu totul nepotrivită. Cu toate că în timpul vieții n-a stîrnit prea mare senzație, deoarece descoperirile sale din domeniul fiziologiei nu aveau o aplicație practică imediată, aceste descoperiri aveau să constituie mai târziu baza întregii fiziologii și biochimiei moderne, atît a operei lui Pavlov, cît și a lui Hopkins. Mai mult decît atît, lucrarea sa „Introducere în studiul medicinei experimentale”⁶² rămîne un exemplu aproape unic de analiză a procedeeelor științifice, făcută de un om care era mai degrabă un mare savant creator decît un filozof. Pe măsură ce trece timpul, influența lui asupra științei va crește tot mai mult.

Pagina 495. * Unii dintre criticii mei se îndoiesc că se poate vorbi despre o a doua revoluție în știință în secolul al XX-lea, invocînd faptul că în acest caz nu a avut loc o întrerupere în continuitatea cercetărilor, așa cum s-a întîmplat în intervalul dintre epoca antică și Renaștere și nici nu s-a produs o încetinire sensibilă a ritmului dezvoltării. Dar noțiunile de revoluție și continuitate sînt inevitabil relative. Alți critici m-au atacat tocmai pentru că aș fi subestimat continuitatea dintre gîndirea medievală și cea a Renașterii. Eu cred însă că, dacă admitem termenul de revoluție într-un caz, trebuie să-l admitem și în celălalt. Unor descoperiri ca mișcarea de revoluție a Pămîntului și circulația singelui, telescopul și pompa de vid și răsturnării vechilor concepții în domeniile respective le putem opune astăzi descoperirea nucleului atomic, teoria relativității, teoria cuantelor, precum și descoperirea proceselor biochimice și a structurilor interne a celulei, microscopul electronic și mașinile electronice de calcul. Dacă adăugăm la acestea accelerarea bruscă a ritmului întregii activități științifice și a aplicărilor practice a științei, de la fisiunea nucleară și televiziune pînă la biruirea bolilor, apare limpede că, dacă aceasta nu este o revoluție în știință, atunci niciodată nu a existat o astfel de revoluție. Totuși, obiecția că cele două revoluții nu sînt comparabile ar putea fi întemeiată într-un alt sens. Prima revoluție a descoperit metoda științifică, a doua n-a făcut decît s-o aplice. Noul caracter revoluționar al secolului al XX-lea nu poate fi limitat la știință; el este și mai bine ilustrat de faptul că abia în zilele noastre știința a început să domine industria și agricultura. Poate că ar fi mai just ca această revoluție să fie denumită prima revoluție științifică-tehnică (p. 502).

Pagina 535. * Într-o recenzie critică, profesorul Rosenfeld pretinde că n-am apreciat pătrunderea genială a gîndirii lui Mach în domeniul fizicii, ci l-am condamnat pur și simplu pentru filozofia sa pozitivistă.⁶³ Dacă aș fi scris despre lucrările sale de mecanică și hidromecanică, atît de importante în această eră a zborului supersonic, i-aș fi recunoscut toate meritele. Aici însă nu m-am ocupat decît de efectele pe care le-a avut abordarea sa în esență subiectivistă și senzorială a teoriei fizicii, de pildă

antiatomismul său, care, după părerea mea, a adus și va mai aduce multe prejudecii fizicii.

Pagina 537. * Profesorul Rosenfeld afirmă că mi-ar fi scăpat din vedere faptul că teoria cuantelor a fost o strălucită sinteză a dialecticii materialiste, în care determinismul a fost înlocuit printr-o cauzalitate statistică. Mărturisesc că, poate, datorită faptului că nu sînt un specialist în fizica teoretică, deși recunosc natura dialectică a teoriei cuantelor, consider totuși că ea are un caracter mai curînd formal și subiectivist decît materialist și, alături de un mare număr de eminienți fizicieni, prefer să mă abțin de la orice aprecieri asupra aspectului ei filozofic (p. 608).

Pagina 547. * În 1933 Pauli a recurs la ideea unei asemenea particule lipsite de sarcină pentru a explica pierderea aparentă de energie în de-zintegrarea β . Totuși, neutrino n-a fost detectat, rămînînd aproape ipotetic timp de 23 de ani. Deși se ajunsese la înțelegerea faptului că radiația de neutrino, dacă există, trebuie să fie prinită pe pămînt în cantități uriașe de la Soare, din cauza interacțiunii extrem de mici dintre neutrino și materia obișnuită el n-a putut fi detectat decît recent, cînd s-a perfecționat un utilaj foarte minuțios și sensibil. Aceasta este o admirabilă dovadă a convergenței teoriei și practicii în fizica nucleară.

Pagina 560. * De la apariția primei ediții, d-na Hodgkin, căreia îi datorăm în mare măsură descoperirea structurii penicilinei, a condus un alt colectiv care a studiat structura vitaminei B₁₂ în vederea combaterii anemiei pernicioase. Această moleculă complicată, care conține atît spirale lungi cît și inele, a fost analizată în întregime, făcîndu-se doar ocazional apel la chimie. Această analiză a fost posibilă numai prin folosirea intensă a mașinilor de calculat. Se pare că dispunem astăzi de o metodă sigură, deocamdată însă costisitoare și lentă, pentru determinarea structurii multora dintre moleculele complexe cele mai importante din biochimie și în cele din urmă chiar a proteinelor.

Pagina 567. * Meteorologia a înscris o nouă pagină în istoria ei în 1946, o dată cu folosirea cristalelor pentru provocarea ploii. Cu toate că această metodă este încă departe de a fi sigură, ea marchează prima intervenție conștientă a omului în evoluția vremii. Bowen pretinde că direle de pulbere lăsate de meteori ar avea același efect, aducînd astfel ploaie în anumite zile ale anului pe tot cuprinsul globului. * b Dacă aceasta este adevărat, înseamnă că condensarea provocată de explozia bombei atomice nu numai că poate determina ploaia radioactivă, dar reprezintă și o intervenție neintenționată, de marl proporții, a omului în mersul vremii.

Pagina 570. * În capitalism, problema esențială a finanțării invențiilor în primele lor faze depinde, după cum am arătat și la p. 444 și 507, de perspective de profit pe care le oferă investiția. Chiar și depunerile la bănci cu o mică dobîndă, ca, de pildă, 3%, sînt mai rentabile decît investiții în operații care vor aduce profit abia după 30 de ani. Chiar și în acest caz ar trebui ca profiturile să fie de cel puțin zece ori mai mari decît investițiile inițiale, pentru ca operația să intereseze. Dacă rezultatul nu este absolut sigur, posibilitățile de a găsi oameni care să finanțeze proiectul în primele faze ale cercetărilor sînt și mai reduse. Nu prezintă interes decît proiectele care asigură profituri rapide și, cu excepția unor domenii ca antibioticele, asemenea proiecte se bazează rareori pe principii fundamentale noi. Dacă banii se dau cu țiriți, dificultățile tehnice tind să frîneze nolle descoperiri, astfel că operația devine și mai puțin rentabilă. Chiar și cînd este vorba de invenții brevetate, profitul final trebuie realizat cît se poate de repede, căci după aceea invenția intră pe mîna capitaliștilor prudenți care nu investesc bani decît în afaceri sigure. În consecință, chiar și în secolul al XX-lea, durata medie de la elaborarea ideii

de bază pînă la rentabilizarea ei economică este cam de o generație. Situația ar fi cu totul alta dacă ar interveni un factor posesor de uriașe fonduri de investiții, care în zilele noastre nu poate fi decît statul. Investind mai mulți bani la început, chiar dacă cea mai mare parte s-ar pierde în încercări ratate, perioada de valorificare a restului investițiilor s-ar reduce atît de mult, încît acestea ar fi rentabile chiar și la dobînzî ridicate. În măsura în care statele socialiste reușesc să facă față dificultăților inițiale, ele vor cîștiga întrecerea în domeniul progresului industrial, afară numai de cazul cînd statele capitaliste și-ar schimba obiceiurile sau chiar întreaga natură pentru a putea ține pasul cu ele.

Pagina 573. * Chiar și astăzi, la mai mult de zece ani de la terminarea războiului, producția de avioane militare reprezintă cam 90% din industria aeronautică. În același timp, perfecționarea tuturor dispozitivelor noi, utile în ultimă instanță aviației civile, ca motoarele cu reacție, aripile cu anvergură variabilă etc., se efectuează în cadrul comenzilor pentru înarmare, ceea ce înseamnă o subvenție deghizată. O dată cu dezarmarea generală nu există nici un motiv să credem că aviația civilă n-ar putea fi rentabilă, chiar dacă unele firme ar trebui să se mulțumească cu profituri mult mai scăzute.

Pagina 578. * Folosirea chimiei industriale pentru producția de îngrășăminte este astăzi și va fi și mai mult în viitor un factor de seamă în sporirea producției alimentare mondiale necesare unei populații în continuă creștere. Prin îngrășăminte nu înțelegem numai azotații și fosfații, care suplinesc elementele nutritive ale solului, ci și alte preparate pe bază de polimeri care stabilizează structura solului și transformă un pămînt sărac într-unul fertil. Avîndu-se la dispoziție energii abundente, cantitatea de îngrășăminte de ambele categorii poate fi sporită îndeajuns pentru ca toate pămînturile să devină la fel de fertile ca cele din Anglia și din Danemarca de azi.

Pagina 580. * Noul metode de polimerizare cu ajutorul catalizatorilor solizi par să depindă de un alt mecanism, în care noul molecule sînt oarecum trase sau desfăcute de pe catalizator. Producția acestor așa-numiți polimeri izotactici cere presiuni și temperaturi mai mici decît în cazul reacțiilor în lanț și realizează polimeri mai regulați și de calitate mai bună. Cauciucul sintetic produs în acest mod este realmente mai bun decît cauciucul natural.

Pagina 583. * În aceste țări se pune un accent deosebit pe căutarea resurselor naturale, implicînd ca o condiție primordială pregătirea de geologi, deoarece descoperirea acestor resurse determină cea mai judicioasă repartitie teritorială a industriei. ⁸⁻⁹ La exploatarea unei regiuni vaste se pot irosi sume uriașe și mari cantități de materiale costisitoare dacă nu se știe dinainte unde anume se găsesc materiile prime în abundență.

Pagina 584. * Prima etapă, adică faza de studiu, a unei asemenea colaborări a și început sub egida Organizației Națiunilor Unite, în special prin UNESCO. S-au întreprins cercetări comune asupra zonei tropicale secetoase și a regiunilor tropicale cu ploii abundente. În cadrul Anului Geofizic Internațional (1957) s-au întreprins observații și cercetări coordonate asupra fenomenelor atmosferice, mai ales în Antarctica.

Pagina 598. * Tendința spre colaborarea internațională în domeniul fizicii nucleare a fost, la început, unilaterală, ducînd la înființarea provizorie în 1952 și oficial în 1954 a Centrului european de cercetări nucleare (Centre Européen de Recherches Nucléaires), cu participarea a unsprezece guverne europene, dar cu o conducere esențialmente științifică. Cel mai important institut pentru lucrări experimentale se află la Geneva, unde se construiesc cîțiva acceleratori de particule; cel mai mare, de 25 MeV, a intrat în

funcțiune în 1960. S-au făcut de asemenea propunerii pentru ca centrul de cercetări nucleare al S.U.A. de la Brookhaven să fie transformat într-un centru comun al țărilor (nesocialiste) din cele două Americi și din Asia. În 1956 s-a înființat la Dubna (U.R.S.S.) un alt centru internațional de cercetări nucleare, din care fac parte tot unsprezece state, de la R.D.G. până la Coreea. Acesta va dispune de asemenea de acceleratori mari, între care actualul sincrofazon de 10 MeV.

Ambele centre sînt destinate numai studiului aplicării pașnice a energiei atomice. Deși pînă în momentul de față (1956) nici un stat nu face parte din ambele centre de cercetări, există totuși între aceste centre o oarecare colaborare în domeniul informării. Trebuie să sperăm că această colaborare va deveni cu timpul mai strînsă și mai oficială. Cercetările de mare anvergură în domeniul fizicii nucleare depășesc astăzi mijloacele celor mai multe state, astfel că ele nu pot participa la asemenea cercetări decît în cadrul unei astfel de colaborări.¹⁻³

Pagina 600. * Studiul cristalelor piezoelectrice folosite la oscilatoarele cu cristal a dus la descoperirea unor substanțe cu constante dielectrice foarte mari, numite feroelectrice, prin analogie cu substanțele feromagnetice, ca fierul. S-a descoperit de asemenea un fenomen nou, antiferomagnetismul, în care magneții elementari sînt dispuși în sensuri contrare și nu în același sens. S-a demonstrat, pe de altă parte, că proprietățile semiconductoarelor sînt extrem de sensibile la impurități — s-au putut detecta adaosuri mai mici de o milionime —, iar prin metode pur fizice, pe care le pot forma multe metale, s-a realizat o puritate mult mai mare decît au cerut cîndva chimiștii.

În domeniul proprietăților mecanice s-a acordat o mare atenție producerii și comportării dislocațiilor care provoacă deformarea plastică a materialelor. Se pare că nu se pot produce piese mai mari fără dislocații, dar s-a descoperit recent că cristalele filiforme, pe care le pot forma multe metale și alte substanțe supuse unui tratament corespunzător, conțin o singură dislocație lungă în formă de spirală (planșa 2) și sînt extrem de rezistente la deformare. Aceasta poate constitui un mijloc de a obține materiale extensibile cu o rezistență fără precedent.

Pagina 601. * În America, Uniunea Sovietică și Marea Britanie funcționează astăzi prototipuri de mașini de tradus; era și timpul ca ele să fie introduse, deoarece nu ne mai putem aștepta ca traducătorii să facă față nevoilor acum, cînd numărul limbilor în care se publică lucrările științifice și tehnice și ritmul apariției acestora cresc cu fiecare zi. Ținînd seama de considerentele de ordin economic, se pare că trei sau patru asemenea stațiuni ar putea deservi lumea întreagă, pornind de la un singur exemplar de bază, scris într-un cod pur simbolic sau numeric de tipul caracterelor universale ale episcopului Wilkins. Desigur că nu poate fi vorba de o transpunere literară desăvîrșită, dar trebuie să existe unele garanții că sensul conținutului nu va fi denaturat. În cele din urmă, mașini de tradus vorbitoare portabile, de format mic, ar putea face posibilă înțelegerea între persoane care vorbesc limbi diferite.

Pagina 662. * Aceste studii, în special continuarea cercetărilor în organocultura inițiată de Carrel (1873—1944), au și început să aibă importante aplicații în chirurgie și promit să fie și mai utile în viitor. Acordîndu-se o deosebită atenție condițiilor de aseptis și perfecționării utilajului mecanic de sutură, devin posibile operațiile de transplantare a organelor la animale și chiar la oameni. Astfel, a fost complet vindecat un braț aproape tăiat care nu se mai ținea de corp decît printr-o bucată de piele. Un cîine al cărui picior amputat a fost păstrat în frigider timp de două luni aleargă astăzi ca și cum nimic nu i s-ar fi întîmplat. Au fost utilizate cu succes transplantări de inimă și chiar inimă mecanice. Nu va mai trece

mult și prin aceste operații se va putea ajunge la o importantă reducere a mortalității și invalidității datorite accidentelor sau bolilor localizate la anumite organe.

Pagina 663. * Astăzi este neîndoielnic că persoanele care fumează mult au o mai mare predispoziție la cancer pulmonar, dar s-ar putea să mai influențeze și alți factori, ca, de pildă, gazele de la motoarele diesel. Până în prezent, nici un guvern nu s-a încumetat să întreprindă acțiunea nepopulară de a-i împiedica pe cetățenii săi să se sinucidă în chipul acesta deosebit de neplăcut, mai ales că aceasta ar însemna și o reducere a veniturilor sale.

Pagina 669. * Aceste metode oferă, așa cum am mai arătat (p. 601), o posibilitate de a realiza cîndva o comunicație directă. Grey-Walter a arătat că curentul generat în creier printr-un impuls poate fi folosit pentru a declanșa un alt impuls. De aici nu mai este mult pînă să se descopere cum se poate produce un semnal exterior numai prin gîndire și apoi, printr-un anumit cod, să se obțină chiar comunicația directă prin gîndire. Se poate spera că printr-o asemenea metodă gîndurile omului vor putea fi transmise mai repede decît cu ajutorul vorbirii, atingîndu-se cel puțin viteza citirii.

Pagina 694. * Politica inițiată de Uniunea Sovietică și aplicată astăzi în China și India se bazează pe înțelegerea faptului că asigurarea unei producții alimentare corespunzătoare este strîns legată de concentrarea populației în orașe. Acolo se pot produce, prin metode intensive, mijloace de producție, mașini și îngrășăminte — în vederea extinderii suprafețelor cultivate și a practicării unei agriculturi raționalizate la cel mai înalt nivel —, precum și bunurile de consum necesare pentru o populație agricolă mai puțin numeroasă, dar cu un nivel de trai mai ridicat. Oriunde s-ar adopta pe plan general chemarea mistică „înapoi la coarnele plugului”, s-ar ajunge — chiar cu actuala densitate a populației — la foamete endemică. ¹⁻¹¹

Pagina 720. * Profesorul Gordon Childe a publicat de curînd o lucrare interesantă și cu un bogat conținut de idei, în care, folosind experiența pe care a acumulat-o în domeniul antropologiei și arheologiei, analizează aceste valori și arată că ele sînt determinate de o îndelungată tradiție socială care s-a dezvoltat încet. ¹⁻¹¹ El constată că aceasta se aplică îndeosebi cunoașterii și „adevărului”, îndeosebi adevărului evident, care, departe de a fi absolut, este întotdeauna privit dintr-un punct de vedere condiționat de societate. Childe aduce argumente solide în sprijinul tezei că și categoriile gîndirii sînt determinate pe cale tradițională prin intermediul limbajului. Toate limbile sînt croite pe tiparul tehnicii epocii de piatră, cînd oamenii nu stăpîneau nici o altă forță motrică în afară de, aceea a mușchilor lor. Limbile fac o mică deosebire între obiectele neînsuflețite și cele însuflețite, și una și mai mică între acestea din urmă și oameni. Acțiunile se confundă cu însușirile și ămîndouă se identifică cu lucrurile. Childe definește realitatea ca o activitate creatoare sau un proces de creație: „Funcția cunoașterii este de natură practică, aceea de a călăuzi acțiunea. Succesul speciei umane, singura societate cunoscută care e formată din flinte înzestrate cu cunoștințe..., este de ajuns pentru a demonstra că se poate obține o cunoaștere suficientă”. Cunoașterea perfectă, adevărul absolut și lumea supersenzorială a idelilor nu sînt decît ficțiuni, așa cum este centaurul. Nici un om care n-a încercat să pătrundă cel puțin tot atît de profund ca Childe în istoria omenirii nu are dreptul să pună la îndoială asemenea concluzii.

Pagina 731. * Aceste puține cuvinte cu privire la știința socială islamică sînt evident cu totul insuficiente și disproporționate față de expunerea consacrată creștinismului. Aceasta se datorește în mare parte ignoranței mele. Dacă aș fi avut timp și pregătirea necesară, mi-ar fi plăcut să studiez evoluția doctrinei sufiste, care este, după cum se pare, de origine indiană sau persană și, datorită lui Raimondus Lullus și altor mistici, a avut o mare influență asupra gândirii creștine. O teorie asemănătoare asupra lui Ibril, deși de data aceasta mai curînd de natură umană decît divină, a constituit baza filozofiei mohiste în China.

Pagina 743. * Această încredere în bunul-simț al omului de rînd și credința în decăderea nobilimii și a clerului au inspirat în mare măsură gîndirea prerevoluționară, de la picturile lui Goya pînă la operele lui Mozart. Figaro al lui Beaumarchais este tipul omului nou pe punctul de a-și face apariția în arena politică. Egalitatea între toți oamenii a fost un principiu de bază și la francmasoni, ale căror idei au găsit răsunset în secolul al XVIII-lea în toate țările vest-europene.

Pagina 744. * Această afirmație generală a lui Bentham pare să fie doar o atitudine adoptată pentru public. După cum ne-o arată notele lui publicate recent, el a nutrit în realitate concepții socialiste avansate.¹¹

Pagina 874. * După cum a arătat Needham, pseudoștiințele din China s-au dovedit surse foarte prețioase pentru adevărata știință, cu toate că mai tîrziu s-au dovedit a nu mai fi de nici o utilitate.¹² Astfel, din geomanție s-a născut busola și, în parte, geologia. Diferite forme de a prezice viitorul au dus la jocuri ca șahul și jocul de cărți, dar și la dezvoltarea matematicii, în special prin trigramă și hexagramă.

Pagina 888. * Punctul culminant al culturii indiene pare să dateze din secolul al III-lea î.e.n., de pe timpul lui Așoka, deși arta și știința continuă să se dezvolte pînă în secolul al IX-lea. În China, perioada productivă este mai lungă, deși s-ar putea ca aceasta să se datoreze faptului că documentația este mai bună. Cea mai mare înflorire intelectuală a fost în secolul al V-lea î.e.n., dar idei noi au apărut pînă în secolul al XII-lea î.e.n. Înflorirea culturii islamice a fost strălucită, dar de scurtă durată; ea este cuprinsă, în linii mari, între secolele al IX-lea și al XII-lea. Se pare că în toate cazurile aceste civilizații au depășit punctul culminant al forțelor lor creatoare și au căzut în mlaștina tradiției încă mai înainte ca progresul lor pe vechile linii de gîndire să fi devenit imposibil datorită intervenției ultimului invadator: cultura europeană, care a început să-și exercite influența abia în secolul al XII-lea.

Pagina 905. * Raportul lui De Witt despre cadrele de specialiști din Uniunea Sovietică prezintă astfel situația din Uniunea Sovietică și din S.U.A. în 1953: ingineri: 500 000, respectiv 530 000; medici: 280 000 și 200 000; specialiști în agricultură 170 000 și 150 000. Dacă ținem seama de faptul că pentru înlocuirea numărului de specialiști care dispar în mod natural este necesar un spor anual de 4%, ajungem la concluzia că, la ritmul actual — anul 1956 — de formare a specialiștilor în U.R.S.S., numărul lor va crește pînă în 1966 cu încă 50%; acest nivel nu va fi atins de Statele Unite sau de Marea Britanie decît mult mai tîrziu, afară numai de cazul cînd se vor lua măsuri drastice pentru dezvoltarea sistemului de învățămînt tehnic. În ce privește inginerii, este mai concludent să se raporteze numărul specialiștilor la producția principalelor mărfuri, ca, de pildă, oțelul. Numărul de ingineri raportat la 1 000 de tone de oțel produse în 1955 a fost în U.R.S.S. de 11,8, în S.U.A. de 3,8 și în Marea Britanie de 3,1.

Pagina 913. * Efectele negative ale obligativității secretului sînt de două feluri: vizibile și ascunse. Să faci cercetări conștient fiind că nu ai acces la informații esențiale este profund dăunător și descurajant. Să nu poți da publicității rodul activității tale și, ca atare, să nu beneficiezi de experiența și critica celorlalți înseamnă să ajungi la o și mai accentuată îngustare și încetinire a cercetărilor. Aceste două tendințe sînt și mai pronunțate atunci cînd, așa cum se întîmplă mai ales în domeniul cercetărilor militare, la obligativitatea secretului se mai adaugă și măsurile de securitate, astfel încît viața, comportarea și relațiile omului de știință sînt supuse neîncetat unei supravegheri secrete. Această situație nu numai că-l face pe oamenii capabili și cu spirit independent să renunțe la astfel de posturi, dar exercită asupra celor care nu le părăsesc o influență psihologică dăunătoare, chiar dacă ei cred sincer în dreptatea țelurilor în slujba cărora se desfășoară cercetările lor. Acest fenomen a devenit mult mai clar pentru opinia publică atunci cînd Robert Oppenheimer a fost învinuit că ar reprezenta o primejdie pentru securitatea statului.

Efectele ascunse ale obligativității secretului desigur că nu pot fi stabilite. Ceea ce se pierde prin îngrădirea accesului la o serie de informații științifice se poate doar bănuî. Dar nu încapă îndoială că aceasta este o pierdere considerabilă, după cum o dovedesc progresele rapide care s-au realizat atunci cînd două ramuri diferite ale științei au conlucrat, ca la descoperirea electromagnetismului. Mai intervin apoi și alte consecințe nefaste, legate de unele slăbiciuni ale oamenilor. O lucrare care nu este publicată nu poate fi serios criticată. La adăpostul secretului înfloresc incompetența, afacerismul și intrigile personale. Există permanent posibilitatea de a-ți denunța rivalul ca o primejdie pentru securitate. Sînt încurajate tendințe potrivnice cercetării științifice. După cum mi-a spus odată un general francez, „le secret militaire est fait non pour cacher le savoir, mais l'ignorance”¹.

¹ Secretul militar are drept scop să ascundă nu cunoașterea, ci ignoranța.